



THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

: **Confirmation No. 2303**

Teruo MARUYAMA et al.

: Docket No. 2003_1385A

Serial No. 10/673,495

: Group Art Unit 3754

Filed September 30, 2003

:

THE COMMISSIONER IS AUTHORIZED
TO CHARGE ANY DEFICIENCY IN THE
FEES FOR THIS PAPER TO DEPOSIT
UNIT NO. 23-C9/5

METHOD AND DEVICE FOR DISCHARGING FLUID

CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Applicants in the above-entitled application hereby claim the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2002-286741, filed September 30, 2002, as acknowledged in the Declaration of this application.

A certified copy of said Japanese Patent Application is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Teruo MARUYAMA et al.

By Michael S. Huppert

Michael S. Huppert
Registration No. 40,268
Attorney for Applicants

MSH/kjf
Washington, D.C. 20006-1021
Telephone (202) 721-8200
Facsimile (202) 721-8250
February 19, 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 9 月 3 0 日
Date of Application:

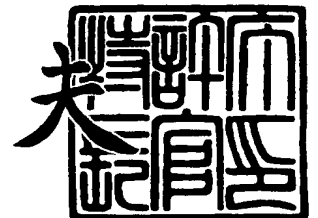
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 8 6 7 4 1
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 2 8 6 7 4 1]

出 願 人 松下電器産業株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 8 月 1 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 5 7 4 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 2015340171

【提出日】 平成14年 9月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01J 9/227

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社
 会社内

 【氏名】 丸山 照雄

【特許出願人】

 【識別番号】 000005821

 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100097445

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

 【識別番号】 100103355

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

 【識別番号】 100109667

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 011305

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 流体吐出装置及び流体吐出方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 隙間方向に相対移動する 2 面と、この 2 面間に流体を供給する流体補給手段と、この流体補給手段の上流側に設けられた吸入口と、前記相対移動面のいずれかに設けられた吐出口より構成される流体吐出装置であって、

前記相対移動面の隙間の変動による圧力変化を利用して前記流体補給手段から補給される連続流を間欠流に変換すると共に、1 ドット当たりの間欠吐出量を前記流体補給手段の圧力・流量特性の設定により調節すること

を特徴とする流体吐出装置。

【請求項 2】 前記相対移動面の隙間の変動によりこの隙間部に発生する流体圧力を第 1 次スクイーズ圧力、前記隙間の変動により流体補給手段の内部抵抗に依存して発生する流体圧力を第 2 次スクイーズ圧力とし、1 ドット当りの吐出量 Q_s が前記第 1 次スクイーズ圧力の影響を強く受ける前記隙間の最小値或いは平均値 h_0 の設定範囲を $0 < h_0 < h_x$ 、前記吐出量 Q_s が前記隙間 h_0 の変化に対して鈍感な h_0 の設定範囲を $h_0 > h_x$ としたとき、前記隙間を $h_0 > h_x$ の範囲に設定して間欠吐出したこと

を特徴とする請求項 1 記載の流体吐出装置。

【請求項 3】 隙間方向に相対移動する 2 面と、この 2 面間に流体を供給する流体補給手段と、この流体補給手段の上流側に設けられた吸入口と、前記相対移動面のいずれかに設けられた吐出口より構成される流体吐出装置であって、

前記相対移動面の隙間の変動によりこの隙間部に発生する流体圧力を第 1 次スクイーズ圧力、前記隙間の変動により流体補給手段の内部抵抗に依存して発生する流体圧力を第 2 次スクイーズ圧力とし、吐出量が前記第 1 次スクイーズ圧力の影響を強く受ける前記隙間の最小値或いは平均値 h_0 の設定範囲を $0 < h_0 < h_x$ 、前記吐出量が前記隙間 h_0 の変化に対して鈍感な h_0 の設定範囲を $h_0 > h_x$ としたとき、前記隙間を $h_0 \div h_x$ 或いは、 $0 < h_0 < h_x$ の範囲に設定して吐出量を調節したこと

を特徴とする流体吐出装置。

【請求項 4】 h_x は、 $0 < h_0 < h_x$ の領域における h_0 に対する吐出量 Q_s 曲線の包絡線と、 $h_0 \rightarrow \infty$ における $Q_s = Q_{se}$ の交点であること

を特徴とする請求項 2 または 3 記載の流体吐出装置。

【請求項 5】 前記隙間の時間微分の最大値を V_{max} 、前記相対移動面の外周部の平均半径を r_0 (mm)、前記吐出口開口部の平均半径を r_i (mm)、流体補給手段の最大流量を Q_{max} としたとき、

【数 1】

$$Q_{max} < \pi(r_0^2 - r_i^2)V_{max}$$

であることを特徴とする請求項 1 記載の流体吐出装置。

【請求項 6】 独立した軸方向駆動手段によって隙間方向に相対移動する 2 面が複数セット配置されており、1 セットの流体補給手段がこれらの 2 面間に流体を分枝して供給すると共に、前記各 2 面間の隙間を可変させて各吐出量を調節したこと

を特徴とする請求項 1 記載の流体吐出装置。

【請求項 7】 独立した軸方向駆動手段によって隙間方向に相対移動する 2 面が複数セット配置されており、1 セットの流体補給手段がこれらの 2 面間に流体を分枝して供給すると共に、前記各 2 面間の隙間をそれぞれ $h_0 \doteq h_x$ 近傍或いは、 $0 < h_0 < h_x$ の範囲に設定して各吐出量を調節したこと

を特徴とする請求項 3 記載の流体吐出装置。

【請求項 8】 塗布対称面が幾何学的対称であることを利用して、吐出ノズルと基板を相対的に走行させながら 1 ドット当りの同一塗布量を周期的に間欠塗布したこと

を特徴とする請求項 1, 6 或いは 7 の何れか一項に記載の流体吐出装置。

【請求項 9】 前記塗布対称面はディスプレイパネルであることを特徴とする請求項 8 記載の流体吐出装置。

【請求項 10】 前記流体補給手段は回転数によって流量が可変できるポンプであることを特徴とする請求項 1 または 3 記載の流体吐出装置。

【請求項 11】 前記流体補給手段の回転数を変えて 1 ショットごとの流量を

設定したこと

を特徴とする請求項 1 または 3 記載の流体吐出装置。

【請求項 1 2】 相対移動面の隙間の最小値或いは平均値を h_0 としたとき、
 $h_0 > 0.05 \text{ mm}$ であること

を特徴とする請求項 1 記載の流体吐出装置。

【請求項 1 3】 隙間方向に相対移動する 2 面と、この 2 面間に吸入口を経て流体を供給する流体補給手段と、前記相対移動面のいずれかに設けられた吐出口より構成される流体吐出装置であって、

前記相対移動面の隙間を h (mm)、この h の時間微分を \dot{h} 、前記相対移動面の外周部の平均半径を r_0 (mm)、前記吐出口開口部の平均半径を r_i (mm)、流体の粘性係数を μ (kg sec/mm²)、前記流体補給手段の流体内部抵抗を R_s (kg sec/mm⁵)、前記相対移動面の半径方向の流体抵抗を R_p (kg sec/mm⁵)、前記吐出口の流体抵抗を R_n (kg sec/mm⁵)、前記流体補給手段の最大圧力と補給圧力の和を P_{s0} 、間欠吐出の周波数を f (1/sec) として、第 1 次スクイズ圧力 P_{squ1} 、第 2 次スクイズ圧力 P_{squ2} を

【数 2】

$$P_{squ1} = -\frac{3\mu \dot{h}}{h^3} \left\{ (r_0^2 - r_i^2) + 2r_i^2 \ln \frac{r_i}{r_0} \right\}$$

$$P_{squ2} = -R_s \pi \dot{h} (r_0^2 - r_i^2)$$

として定義したとき、1 ドット当りの概略吐出量 Q_s (mm³) が

【数 3】

$$Q_s = \frac{1}{f} \cdot \frac{1}{R_n + R_p + R_s} (P_{s0} + P_{squ1} + P_{squ2})$$

上式で得られることを特徴とする流体吐出装置。

【請求項 1 4】 吸入工程における体積効率を η 、前記 Q_s の補正値を Q_{ss} (mm³) としたとき、1 ドット当りの吐出量 $Q_{ss} = \eta \times Q_s$ としたこと

を特徴とする請求項 13 記載の流体吐出装置。

【請求項 15】 前記隙間 h の時間微分が最大値をもつときの第 1 次スクイズ圧力 $P_{\text{squ1}} = P_{\text{squ10}}$ 、第 2 次スクイズ圧力 $P_{\text{squ2}} = P_{\text{squ20}}$ としたとき、 $P_{\text{s0}} + P_{\text{squ10}} + P_{\text{squ20}} < 0$ としたこと

を特徴とする請求項 13 記載の流体吐出装置。

【請求項 16】 塗布対象面と吐出ノズルを相対的に移動させながら塗布する塗布プロセスにおいて、2 面間の隙間を与える変位入力信号 h に対して、位相が概略 $\Delta\theta = \pi/2$ 進んで塗布されることを考慮して、塗布対象面と吐出ノズルの相対位置と前記変位入力信号 h のタイミングを合わせたこと

を特徴とする請求項 1 または 3 記載の流体吐出装置。

【請求項 17】 軸を収納するスリーブと、前記軸及び前記スリーブを収納するハウジングと、前記スリーブを前記ハウジングに対して相対的に回転させる手段と、前記軸を前記ハウジングに対して軸方向相対変位を与える軸方向駆動手段と、前記軸の吐出側端面と前記ハウジングで形成される吐出室と、前記スリーブと前記ハウジングの相対的な回転を利用して前記吐出室に流体を供給する流体補給手段と、この吐出室と外部を連絡する流体の吸入口及び吐出口と、前記吐出室内に流入された前記流体を前記軸方向駆動手段によって前記吐出口側へ圧送する手段から構成される流体吐出装置であって、

前記吐出室の隙間の変動による圧力変化を利用して前記流体補給手段から補給される連続流を間欠流に変換すると共に、1 ドット当たりの間欠吐出量を回転数、或いは回転数と前記吐出室の隙間の設定により調節したこと

を特徴とする流体吐出装置。

【請求項 18】 軸とスリーブは一体化された構造であることを特徴とする請求項 17 記載の流体吐出装置。

【請求項 19】 軸とハウジング間に軸方向相対変位を与える軸方向駆動手段と、前記軸端面と前記ハウジングで形成される吐出室と、この吐出室に流体を供給する流体補給手段と、この吐出室と前記流体補給手段を連絡する流通路と、この流体補給手段に設けられた吸入口と、前記ポンプ室と外部を連絡する流体の吐出口から構成される流体吐出装置であって、

前記吐出室の隙間の変動による圧力変化を利用して前記流体補給手段から補給される連続流を間欠流に変換すると共に、1ドット当たりの間欠吐出量を回転数、或いは回転数と前記吐出室の隙間の設定により調節したこと
を特徴とする流体吐出装置。

【請求項 20】 一セットの前記流体補給源から分枝した流通路を経て複数セットの前記吐出室に流体を供給する構成であること
を特徴とする請求項 19 記載の流体吐出装置。

【請求項 21】 前記流通路は変形容易なフレキシブルチューブであることを特徴とする請求項 19 または 20 記載の流体吐出装置。

【請求項 22】 前記流体補給手段はねじ溝ポンプから構成されることを特徴とする請求項 1 または 3 記載の流体吐出装置。

【請求項 23】 前記 2 面を相対移動させる手段は電磁歪素子であることを特徴とする請求項 1 または 3 記載の流体吐出装置。

【請求項 24】 吐出ノズルと塗布対象面の相対走行速度と、間欠吐出の周波数の選定により、擬似的な連続塗布をすること
を特徴とする請求項 1 または 3 記載の流体吐出装置。

【請求項 25】 流体補給手段により隙間方向に相対移動する 2 面に流体を供給し、相対移動面の隙間の変動による圧力変化を利用して、前記流体補給手段から補給される連続流を間欠流に変換すると共に、1ドット当たりの間欠吐出量を前記流体補給手段の圧力・流量特性の設定により調節すること
を特徴とする流体吐出方法。

【請求項 26】 相対移動面の隙間の変動によりこの隙間部に発生する流体圧力を第 1 次スクイーズ圧力、前記隙間の変動により流体補給手段の内部抵抗に依存して発生する流体圧力を第 2 次スクイーズ圧力とし、1ドット当りの吐出量 Q_s が前記第 1 次スクイーズ圧力の影響を強く受ける前記隙間の最小値或いは平均値 h_0 の設定範囲を $0 < h_0 < h_x$ 、前記吐出量 Q_s が前記隙間 h_0 の変化に対して鈍感な h_0 の設定範囲を $h_0 > h_x$ としたとき、前記隙間を $h_0 > h_x$ の範囲に設定して間欠吐出したこと

を特徴とする請求項 25 記載の流体吐出方法。

【請求項 27】 流体補給手段により隙間方向に相対移動する 2 面に流体を供給し、相対移動面の隙間の変動によりこの隙間部に発生する流体圧力を第 1 次スクイズ圧力、前記隙間の変動により流体補給手段の内部抵抗に依存して発生する流体圧力を第 2 次スクイズ圧力とし、吐出量が前記第 1 次スクイズ圧力の影響を強く受ける前記隙間の最小値或いは平均値 h_0 の設定範囲を $0 < h_0 < h_x$ 、前記吐出量が前記隙間 h_0 の変化に対して鈍感な h_0 の設定範囲を $h_0 > h_x$ としたとき、前記隙間を $h_0 \doteq h_x$ 或いは、 $0 < h_0 < h_x$ の範囲に設定して吐出量を調節したこと

を特徴とする流体吐出方法。

【請求項 28】 h_x は、 $0 < h_0 < h_x$ の領域における h_0 に対する吐出量 Q_s 曲線の包絡線と、 $h_0 \rightarrow \infty$ における $Q_s = Q_{se}$ の交点であること

を特徴とする請求項 26 または 27 記載の流体吐出方法。

【請求項 29】 前記隙間の時間微分の最大値を V_{\max} 、前記相対移動面の外周部の平均半径を r_0 (mm)、前記吐出口開口部の平均半径を r_i (mm)、流体補給手段の最大流量を Q_{\max} としたとき、

【数 4】

$$Q_{\max} < \pi(r_0^2 - r_i^2)v_{\max}$$

であることを特徴とする請求項 25 記載の流体吐出方法。

【請求項 30】 独立した軸方向駆動手段によって隙間方向に相対移動する 2 面が複数セット配置されており、1 セットの流体補給手段がこれらの 2 面間に流体を分枝して供給すると共に、前記各 2 面間の隙間を可変させて各吐出量を調節したこと

を特徴とする請求項 25 記載の流体吐出方法。

【請求項 31】 独立した軸方向駆動手段によって隙間方向に相対移動する 2 面が複数セット配置されており、1 セットの流体補給手段がこれらの 2 面間に流体を分枝して供給すると共に、前記各 2 面間の隙間をそれぞれ $h_0 \doteq h_x$ 近傍或いは、 $0 < h_0 < h_x$ の範囲に設定して各吐出量を調節したこと

を特徴とする請求項 27 記載の流体吐出方法。

【請求項 3 2】 塗布対称面が幾何学的対称であることを利用して、吐出ノズルと基板を相対的に走行させながら 1 ドット当りの同一塗布量を周期的に間欠塗布したこと

を特徴とする請求項 2 5, 3 0 或いは 3 1 の何れか一項に記載の流体吐出方法。

【請求項 3 3】 前記塗布対称面はディスプレイパネルであることを特徴とする請求項 3 2 記載の流体吐出方法。

【請求項 3 4】 前記流体補給手段は回転数によって流量が可変できるポンプであることを特徴とする請求項 2 5 または 2 7 記載の流体吐出方法。

【請求項 3 5】 前記流体補給手段の回転数を変えて 1 ショットごとの流量を設定したこと

を特徴とする請求項 2 5 または 2 7 記載の流体吐出方法。

【請求項 3 6】 相対移動面の隙間の最小値或いは平均値を h_0 としたとき、 $h_0 > 0.05 \text{ mm}$ であること

を特徴とする請求項 2 5 記載の流体吐出方法。

【請求項 3 7】 流体補給手段により隙間方向に相対移動する 2 面に流体を供給し、前記相対移動面の隙間を h (mm)、この h の時間微分を \dot{h} 、前記相対移動面の外周部の平均半径を r_0 (mm)、前記吐出口開口部の平均半径を r_i (mm)、流体の粘性係数を μ (kg sec/mm²)、前記流体補給手段の流体内部抵抗を R_s (kg sec/mm⁵)、前記相対移動面の半径方向の流体抵抗を R_p (kg sec/mm⁵)、前記吐出口の流体抵抗を R_n (kg sec/mm⁵)、前記流体補給手段の最大圧力と補給圧力の和を P_{s0} 、間欠吐出の周波数を f (1/sec) として、第 1 次スクイーズ圧力 P_{squ1} 、第 2 次スクイーズ圧力 P_{squ2} を

【数 5】

$$P_{\text{suq } 1} = -\frac{3\mu \dot{h}}{h^3} \left\{ (r_0^2 - r_i^2) + 2r_i^2 \ln \frac{r_i}{r_0} \right\}$$

$$P_{\text{suq } 2} = -R_s \pi \dot{h} (r_0^2 - r_i^2)$$

として定義したとき、1 ドット当りの概略吐出量 Q_s (mm³) が

【数 6】

$$Q_s = \frac{1}{f} \cdot \frac{1}{R_n + R_p + R_s} (P_{s0} + P_{\text{suq } 1} + P_{\text{suq } 2})$$

上式で得られることを特徴とする流体吐出方法。

【請求項 38】 吸入工程における体積効率を η 、前記 Q_s の補正値を Q_{ss} (mm³) としたとき、1 ドット当りの吐出量 $Q_{ss} = \eta \times Q_s$ としたこと

を特徴とする請求項 37 記載の流体吐出方法。

【請求項 39】 前記隙間 h の時間微分が最大値をもつときの第 1 次スクイズ圧力 $P_{\text{suq}1} = P_{\text{suq}10}$ 、第 2 次スクイズ圧力 $P_{\text{suq}2} = P_{\text{suq}20}$ としたとき、 $P_{s0} + P_{\text{suq}10} + P_{\text{suq}20} < 0$ としたこと

を特徴とする請求項 37 記載の流体吐出方法。

【請求項 40】 塗布対象面と吐出ノズルを相対的に移動させながら塗布する塗布プロセスにおいて、2 面間の隙間を与える変位入力信号 h に対して、位相が概略 $\Delta \theta = \pi / 2$ 進んで塗布されることを考慮して、塗布対象面と吐出ノズルの相対位置と前記変位入力信号 h のタイミングを合わせたこと

を特徴とする請求項 25 または 27 記載の流体吐出方法。

【請求項 41】 前記流体補給手段はねじ溝ポンプから構成されることを特徴とする請求項 25 または 27 記載の流体吐出方法。

【請求項 42】 前記 2 面を相対移動させる手段は電磁歪素子であることを特徴とする請求項 25 または 27 記載の流体吐出方法。

【請求項 43】 吐出ノズルと塗布対象面の相対走行速度と、間欠吐出の周波

数の選定により、擬似的な連続塗布をすること

を特徴とする請求項 25 または 27 記載の流体吐出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、情報・精密機器、工作機械、FAなどの分野、或いは、半導体、液晶、ディスプレイ、表面実装などの様々な生産工程で必要とされる流体吐出装置及び流体吐出方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

機械加工における加工精度はミクロンからサブミクロンのオーダーに入りつつある。半導体・電子部品の分野では、サブミクロン加工は普通であるが、メカトロニクスと共に進歩している機械加工の分野でも、超精密加工に対する需要が急増している。近年、超精密加工技術の導入と共に、超磁歪素子、圧電素子で代表される電磁歪素子がマイクロ・アクチュエータとして適用されるようになっている。この電磁歪素子を流体圧力の発生源として利用することにより、微少量の液滴を高速で噴射させる噴射装置が様々な分野で工夫されている。

【0003】

例えば、超磁歪素子を用いて、任意の1個の液滴を噴射する方法が、特開2000-167467号公報に開示されている。図17において、502はガラスパイプ、ステンレスパイプなどの非磁性材質からなるシリンダである。このシリンダ502の端部に液体の貯留部503と微細な噴射口を有した噴射ノズル504が形成されている。シリンダ502の内部には、棒状を成した超磁歪材料からなるアクチュエータ505が移動可能に収納されている。噴射ノズル504に向くアクチュエータ505の端部にピストン506が離接可能に設けられている。

【0004】

アクチュエータ505の他端部と端部のストッパ507の間には、スプリング508を介在させてアクチュエータ505をスプリング508により前進するように付勢されている。また、シリンダ502の外周部のピストンに近い位置にコ

イル 509 が巻成されている。

【0005】

上記構成からなる噴射装置において、コイル 509 に電流を瞬間的に流すことにより、前記超磁歪材料に瞬間磁界を作用させて超磁歪材料の軸端部に弾性波による瞬時の過渡的変位を発生させる。その作用により、シリンダ内に充填した液体を微少な 1 個の液滴としてノズルから噴射できるとされる。

【0006】

従来、液体吐出装置として、図 18 に示す様なエアパルス方式によるディスペンサーが広く用いられており、例えば「自動化技術 '93. 25 巻 7 号」などにその技術が紹介されている。

【0007】

この方式によるディスペンサーは、定圧源から供給される定量の空気を容器 600 (シリンダ) の内部 601 にパルスの印加させ、シリンダ 600 内の圧力の上昇分に対応する一定量の液体をノズル 602 から吐出させるものである。

【0008】

近年益々高精度化、超微細化していく回路形成の分野、或いは PDP, CRT などの映像管の電極トリブ、蛍光面形成、液晶、光ディスクなどの製造工程の分野において、微細塗布すべき流体のほとんどは高粘度の粉流体である。

【0009】

この微細な微粒子を含む粉流体を、高速・高精度で、流路の目詰まりなく、高い信頼性のもとで、対象の基板上にいかにして塗布できるかが最大の課題である。

【0010】

例えば、PDP, CRT などの映像管の蛍光体塗布の場合、微粒子の粒径は通常 $7 \sim 9 \mu\text{m}$ であり、その比重量は $4.0 \sim 5.0 \text{ kg/cm}^3$ 程度である。この蛍光体を、従来から回路実装などの分野で用いられるエアノズル式のディスペンサーを用いて、映像管に塗布する試みが従来からなされている。エアノズル式の場合、高粘度流体を高速で連続塗布させるのは困難なため、微粒子は低粘度の流体で希釈して塗布される。しかしながら、この場合、粒子単体の重さゆえ

に、流体の流動が止まると微粒子はたちまち流路内部で堆積してしまうという問題点があった。

【0011】

また、前述した圧電材料、超磁歪材料を駆動源とする吐出装置は、元来低粘度で粉体を含まない流体の塗布を対象としており、高粘度流体・粉流体の塗布プロセスに係る上記課題に応えることは困難であった。

【0012】

微量流量塗布に係る近年の様々な要求に応えるために、本発明者らは、ピストンとシリンダの間に相対的な直線運動と回転運動を与えると共に、回転運動により流体の輸送手段を与え、直線運動を用いて固定側と回転側の相対的なギャップを変化させ、吐出量を制御する塗布方法を提案している（特願 2000-188899 号明細書）。

【0013】

また、本発明者らは、上記提案で開示されたディスペンサー構造を対象として理論解析を行ない、ピストン端面とその相対移動面間の隙間を急峻に変化させることにより発生するスクイーズ効果を利用した間欠吐出方法及び装置を提案している（特願 2001-110945 号明細書）。

【0014】

【特許文献 1】

特開 2000-167467 号公報

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記提案をさらに改良するもので、厳密な理論解析を進めた結果、ポンプ特性とピストンの組み合わせの工夫により、ピストン端面とその相対移動面間の隙間が十分に広い場合でも、スクイーズ効果と同等以上の高い発生圧力が得られることを見出したものである。本発明により、ピストン端面間の隙間の管理が簡素でよく、かつ 1 ドット当りの総吐出量がポンプの例えば回転数で設定できるため、実用上の取り扱いが容易で、流量精度が高く、かつ粉流体に対して高い信頼性を有する超高速間欠塗布装置を実現できる。

【0016】

【課題を解決するための手段】

本発明の流体吐出装置は、隙間方向に相対移動する2面と、この2面間に流体を供給する流体補給手段と、この流体補給手段の上流側に設けられた吸入口と、前記相対移動面のいずれかに設けられた吐出口より構成される流体吐出装置を用いた流体吐出方法において、前記相対移動面の隙間の変動による圧力変化を利用して前記流体補給手段から補給される連続流を間欠流に変換すると共に、1ドット当たりの間欠吐出量を前記流体補給手段の圧力・流量特性の設定により調節可能にしたことを特徴とする。

【0017】

また、本発明の流体吐出方法は、流体補給手段により隙間方向に相対移動する2面に流体を供給し、相対移動面の隙間の変動による圧力変化を利用して、前記流体補給手段から補給される連続流を間欠流に変換すると共に、1ドット当たりの間欠吐出量を前記流体補給手段の圧力・流量特性の設定により調節することを特徴とする。

【0018】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明に係る第1の実施形態を示すモデル図である。

【0019】

1はピストンであり、ハウジング2に対して軸方向に移動可能に収納されている。3はピストン1の外周部を収納するスリーブであり、固定側であるハウジング2に対して回転方向に移動可能に収納されている。ピストン1は軸方向駆動手段（矢印4）により、またスリーブ3は回転伝達手段（矢印5）により駆動される。6はスリーブ3とハウジング2の相対移動面に形成されたねじ溝（黒く塗りつぶした部分）、7は流体の吸入口である。本実施形態では、流体補給手段にねじ溝ポンプを用いている。

【0020】

8はピストン1の端面、9はその固定側対向面、10は固定側対向面9の中央部に形成された吐出ノズル、11は固定側対向面9に形成された吐出ノズル10

の開口部である。ピストン端面 8 と固定側対向面 9 が隙間方向に相対移動する 2 面となる。

【0021】

12 はスリーブ 3 とハウジング 2 の間に供給された塗布流体である。13 はねじ溝 6 の下端部とハウジング 2 の間に形成された吐出室端部（ピストン外周部）であり、この吐出室端部 13 内には流体補給手段であるねじ溝ポンプにより常時流体が供給される。軸方向駆動手段 4（図示せず）は、ピストン 1 とハウジング 2 の間に設けられており、両部材 1, 2 間の軸方向相対位置に変化を与える。この軸方向駆動手段 4 によって、ピストン端面 8 とその対向面 9 間の隙間 h を変化させることができる。本実施形態では、前回の提案（特願 2001-110945 号明細書）と比べて、構成条件が次のように異なっている。

【0022】

- ① ピストン端面の隙間 h の最小値を $h = h_{\min}$ としたとき、本実施形態では h_{\min} は十分に大きく、例えば $h_{\min} = 150 \mu\text{m}$ である。

【0023】

- ② ねじ溝ポンプは定量ポンプに近い設計がなされており、その内部抵抗 R_s は十分に大きい。

【0024】

隙間 h を高い周波数で変化させると、本提案で新たに見出された後述する第 2 次スクイーズ効果によって、ピストン端面 8 とその対向面 9 間の間隙部であるピストン端面部 14（吐出室）に変動圧力が発生する。

【0025】

また、ピストン端面 8 の中央部で、15 に位置する部分を吐出ノズル 10 の上流側、ねじ溝とハウジング 2 で形成される間隙部をねじ溝室 16 と呼ぶことにする。ピストン端面部 14 には、ねじ溝ポンプにより一定量の流体が連続的に供給される。

【0026】

本発明の上記適用例は、ポンプから供給される連続流（Analog）を、上記第 2 次スクイーズ効果を用いて間欠流（Digital）に A/D 変換するこ

とにより、ピストン端面間の隙間 h を十分に大きく保ったままで、流体を高速で間欠塗布させることができるという着想に基づくものである。

【0027】

[1] 理論解析

(1) 基礎式の導出

さて、本発明の原理と効果を明らかにするために、スクイズポンプ（仮称）の基礎式を導出する。対向して配置された平面間の狭い隙間に粘性流体が介在し、かつその隙間の間隔が時間と共に変化する場合の流体圧力は、スクイズ作用（Squeeze Action）の項を持つ、次の極座標における Reynolds 方程式を解くことにより得られる。

【0028】

【数7】

$$\frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left(r \frac{h^3}{12\mu} \frac{dP}{dr} \right) = \frac{dh}{dt} \quad (1)$$

【0029】

(1) 式において、 P は圧力、 μ は流体の粘性係数、 h は対向面間の隙間、 r は半径方向位置、 t は時間である。また右辺が、隙間が変化するときが発生するスクイズアクション効果をもたらす項である。図2に、スクイズポンプ部の寸法関係を示す。

【0030】

$h = dh/dt$ として、(1) 式の両辺を積分する。

【0031】

【数8】

$$\frac{dP}{dr} = \frac{12\mu}{h^3} \left(\frac{1}{2} \dot{h} r + \frac{c_1}{r} \right) \quad (2)$$

$$P = \frac{12\mu}{h^3} \left(\frac{1}{4} \dot{h} r^2 + c_1 \ln r \right) + c_2 \quad (3)$$

【0032】

以下、未定定数 C_1 , C_2 を求める。圧力勾配と流量の関係は、

【0033】

【数9】

$$\frac{dp}{dr} = Q \frac{6\mu}{h^3 \pi r} \quad (4)$$

【0034】

$r = r_i$ における流量 $Q = Q_i$ として、(2) 式と (4) 式から C_1 を求めると、

【0035】

【数10】

$$C_1 = \frac{Q_i}{2\pi} - \frac{h}{2} r_i^2 \quad (5)$$

【0036】

さて、吐出室端部 13 と、流体吸入口 7 間の流体抵抗 R_s が無視できない場合、吐出室端部 13 ($r = r_0$ の位置) における圧力 $P = P_0$ は、

【0037】

【数11】

$$P_0 = P_{s0} - R_s Q_0 \quad (6)$$

【0038】

流体補給手段にねじ溝ポンプを用いた場合、流体抵抗 R_s はねじ溝ポンプの内部抵抗に等しい。また上式において P_{s0} は供給源圧力であり、ねじ溝ポンプの最大発生圧力 P_{\max} と、材料をねじ溝に供給するためのエアーによる補給圧力 P_{\sup} の和 ($P_{s0} = P_{\sup} + P_{\max}$) に相当する。 Q_0 は $r = r_0$ における流量であり、(4) 式から、

【0039】

【数 1 2】

$$\begin{aligned}
 Q_0 &= \frac{h^3 \pi r_0}{6\mu} \left(\frac{dp}{dr} \right)_{r=r_0} \\
 &= \pi \dot{h} r_0^2 + 2\pi c_1
 \end{aligned} \tag{7}$$

【0 0 4 0】

(3) 式、(5) ~ (7) 式から未定定数 C_2 が求まる。

【0 0 4 1】

【数 1 3】

$$c_2 = P_{s0} - R_s Q_0 - \frac{6\mu}{h^3} \left\{ \frac{1}{2} \dot{h} r_0^2 + \left(\frac{Q_i}{\pi} - \dot{h} r_i^2 \right) \ln r_0 \right\} \tag{8}$$

【0 0 4 2】

ここで、任意の位置 r における圧力 P を次のようにおく。

【0 0 4 3】

【数 1 4】

$$P = A + BQ \tag{9}$$

【0 0 4 4】

但し、

【0 0 4 5】

【数 1 5】

$$\begin{aligned}
 A &= P_{s0} - R_s \pi \dot{h} (r_0^2 - r_i^2) - \frac{3\mu \dot{h}}{h^3} \{ (r_0^2 - r^2) + 2r_i^2 \ln \frac{r}{r_0} \} \\
 B &= \frac{6\mu}{h^3 \pi} \ln \frac{r}{r_0} - R_s
 \end{aligned} \tag{10}$$

【0 0 4 6】

吐出ノズルの開口部: $r = r_i$ (図 1 の 1 1) において、 $P_i = A + B Q_i$ とする

。吐出ノズルの流体抵抗を R_n とすれば、吐出ノズルを通過する流量は $Q_n = P_i / R_n$ である。流れの連続性から $Q_i = Q_n$ であり、吐出ノズル上流側圧力 P_i (図 1 における箇所 15 の圧力) が次のように求まる。 A_i , B_i は (10) 式における $r = r_i$ のときの A , B の値である。以降、吐出ノズル上流側圧力 P_i を吐出圧力 P_i と呼ぶ。

【0047】

【数 16】

$$P_i = \frac{A_i R_n}{R_n - B_i} \quad (11)$$

$$= \frac{R_n}{R_n + R_p + R_s} [P_{s0} - R_s \pi \dot{h} (r_0^2 - r_i^2) - \frac{3\mu \dot{h}}{h^3} \left\{ (r_0^2 - r_i^2) + 2r_i^2 \ln \frac{r_i}{r_0} \right\}]$$

【0048】

ここで、第 1 次スクイズ圧力 P_{squ1} 、第 2 次スクイズ圧力 P_{squ2} を次のように定義する。

【0049】

【数 17】

$$P_{squ1} = -\frac{3\mu \dot{h}}{h^3} \left\{ (r_0^2 - r_i^2) + 2r_i^2 \ln \frac{r_i}{r_0} \right\}$$

$$P_{squ2} = -R_s \pi \dot{h} (r_0^2 - r_i^2) \quad (12)$$

【0050】

第 1 次スクイズ圧力 P_{squ1} は、ピストン端面 8 とその相対移動面 9 間の隙間を急峻に変化させることにより、ピストン端面間に発生する公知のスクイズ効果によるもので、隙間 h が狭い程、大きな圧力が発生する。

【0051】

第 2 次スクイズ圧力 P_{squ2} を発生させる方法及びこの作用を例えば、一定周期の間欠塗布に適用する方法は本発明が見出したもので、その原理は次のよう

ある。ピストン端面とその相対移動面間の隙間を急峻に変化させることにより、ピストンの端面と流体供給源の間に流量変動が発生する。この流量変動は上記隙間を変化させた場合のピストン端面部 14（吐出室）の容積変化に相当する。

【0052】

例えば、容積が減少した場合、吐出ノズルの流体抵抗が大きければ、吐出側で逃げ場が無い流体はねじ溝ポンプ側に逆流する。その結果、ねじ溝ポンプの内部抵抗 R_s に比例した圧力 P_{squ2} が発生する。

(11) 式、(12) 式から、吐出ノズル上流側の圧力 P_i を整理すると

【0053】

【数18】

$$P_i = \frac{R_n}{R_n + R_p + R_s} (P_{s0} + P_{squ1} + P_{squ2}) \quad (13)$$

【0054】

吐出ノズルを通過する流量 Q_i は、

【0055】

【数19】

$$Q_i = \frac{1}{R_n + R_p + R_s} (P_{s0} + P_{squ1} + P_{squ2}) \quad (14)$$

【0056】

吐出ノズルのノズル半径を r_n 、ノズル長さを l_n とおくと、吐出ノズル抵抗は、

【0057】

【数20】

$$R_n = \frac{8\mu l_n}{\pi r_n^4} \quad (15)$$

【0058】

また、 R_p は吐出ノズルの開口部（図1の11）とピストン外周部（図1の吐出

室端部 13) の間の流体抵抗である。

【0059】

【数 21】

$$R_p = \frac{6\mu}{h^3\pi} \ln \frac{r_o}{r_i} \quad (16)$$

【0060】

R_s は、前述したように、ピストン外周部（図 1 の吐出室端部 13）と供給源側（吸入口 7）の流路間の流体抵抗（ねじ溝ポンプの場合は内部抵抗）である。

【0061】

（2）等価回路モデル

以上の解析結果を基に、圧力発生源と負荷抵抗の関係を等価電気回路モデルで表すと図 3 になる。

【0062】

（3）ピストン端面の最小隙間 h_{\min} が十分に大きな場合

表 1 の条件と図 4 のピストン入力波形を与えて、吐出ノズルの開口部の圧力 P_i を、（11）式を用いて求めた結果を図 5 に示す。 $0 \leq T \leq 2.0 \text{ msec}$ の区間が間欠吐出装置としての 1 周期に相当する。

【0063】

なお、ピストン入力波形は、ピストン端面最小隙間が一定（ $h_{\min} = 150 \mu\text{m}$ ）のままで、ストロークを 3 ケース（ $h_{st} = 10, 20, 30 \mu\text{m}$ ）変えて評価した。図 5 において、いずれのストロークの場合も、圧力は $P_{ic} = 3.5 \text{ MPa}$ を中心に変動する波形となる。

【0064】

図 6 に吐出ノズルを通過する流量 Q_i の解析結果を示す。吐出ノズル抵抗を R_n としたとき、流量： $Q_i = P_i / R_n$ である。流量： Q_i は圧力波形と同様に、ストロークによって振幅は異なるが、 $Q_{ic} = 4.9 \text{ mm}^3 / \text{sec}$ を中心に変動する波形となる。すなわち、平均流量はピストンのストロークの大きさに依存せず、ねじ溝ポンプ特性と吐出ノズル抵抗で決まる動作点（図 8 の A）で決まることが分

かる。

【0065】

この理由は次のようである。(11)式において、 $h \rightarrow \infty$ とすると、第1次スクイズ圧力 $P_{sq1} \rightarrow 0$ 、 $R_p \rightarrow 0$ となるため次式が得られる。但し、 $P_{s0} \doteq P_{max}$ 、 $R_s = P_{max} / Q_{max}$ とする。

【0066】

【数22】

$$P_i = \frac{R_n R_s}{R_n + R_s} [Q_{max} - \pi (r_0^2 - r_i^2) \frac{dh}{dt}] \quad (17)$$

【0067】

(17)式の第2項は、ピストン端面8とその対向面9で形成されるピストン端面部14の幾何学的な容積変化分に相当する。変位 h の時間微分 dh/dt は正と負を交互に持つ周期関数であり、1周期における時間積分値は0である。

【0068】

すなわち、第2次スクイズ圧力 P_{sq2} は、ねじ溝の連続流量 (Analog) を間欠流量 (Digital) に変える D/A コンバータとしての役割を担うのである。

【0069】

【表1】

パラメータ		記号	仕様
粘度		μ	3000cps
ねじ溝 ポンプ性能	最大流量	Q_{max}	77.35mm ³ /sec
	最大圧力	P_{max}	10MPa
ピストン外径		D_o	3mm
ピストン端面最小隙間		h_{min}	150 μ m
ピストンストローク		h_{st}	別紙
周期		T	2msec
吐出ノズル径		r_n	0.15mm
吐出ノズル長さ		l_n	0.3mm

【0070】

図8において、(イ)は回転数 $N = 460 \text{ rpm}$ のときのねじ溝ポンプの圧力

と流量の関係（圧力・流量特性と呼ぶ）を示し、最大圧力： $P_{\max}=10\text{ MPa}$ （at $Q=0$ ）、最大流量 $Q_{\max}=77.35\text{ mm}^3/\text{sec}$ （at $P=0$ ）である。（ハ）は吐出ノズルの流体抵抗であり、（イ）と（ハ）の交点がねじ溝ポンプ動作点 A（ $P_{ic}=3.5\text{ MPa}$ 、 $Q_{ic}=49\text{ mm}^3/\text{sec}$ ）となる。

【0071】

上記ポンプの特性が得られるねじ溝の仕様の一例を表2に示す。

【0072】

図8のグラフにおけるX軸の圧力とは、吐出室端部13の圧力 P_2 と吸入口7近傍圧力 P_1 の差圧（ $=P_2-P_1$ ）として定義する。ねじ溝ポンプが最も大きな流量を輸送できるのは、差圧が最小のとき、すなわち、ピストン1が上昇し、ねじ溝6の下端部（吐出室端部13）の圧力が $P_2=-0.1\text{ MPa}$ （絶対真空）のときである。したがって、図8のグラフにおいて、ポンプの最大輸送量は $P=-0.1\text{ MPa}$ のときの流量： $Q\div 80\text{ mm}^3/\text{sec}$ であるが、大きな誤差はないため、便宜上 $P=0\text{ MPa}$ （大気圧）のときの $Q_{\max}=77.35\text{ mm}^3/\text{sec}$ を最大流量とする。

【0073】

（4）切れ味の改善

さて、吐出ヘッドと基板を相対的に移動させながら、基板上に流体塊を連打する場合、吐出圧力の波形は塗布開始の直前に負圧となり、その直後急峻なピークを持つ正圧が発生し、再び負圧となるのが好ましい。吐出後の負圧の発生により、吐出ノズル先端の流体は再びノズル内部へ吸引され、基板上の流体、或いは飛翔中の流体と分離する。すなわち、「負圧→急峻な正圧→負圧」のサイクルにより、極めて切れ味のよい間欠塗布が実現できる。

【0074】

図5のいずれの圧力波形も $P_i>0$ であり、切れ味のよい間欠塗布ができる条件を満足していない。変位 h の時間微分（ピストン速度） dh/dt の最大値を V_{\max} としたとき、圧力波形が負圧 $P_i<0$ になる区間を有する条件は、

【0075】

【数 2 3】

$$Q_{\max} < \pi (r_0^2 - r_i^2) v_{\max} \quad (18)$$

【0076】

(18) 式を満足させる Q_{\max} を得るには、流体補給手段に例えばねじ溝ポンプを用いる場合には回転数を変えればよい。 Q_{\max} を小さくする程、スクイーズポンプ部の容積増加に供給量が追従できず、負圧が発生する時間は長くなる。

【0077】

ストロークが $h_{st} = 30 \mu m$ 、表 1 の条件下で、ねじ溝の回転数を $N = 460 \rightarrow 300 \text{ rpm}$ に変えて、最大流量を $Q_{\max} = 77.35 \rightarrow 50 \text{ mm}^3/\text{sec}$ に低下させた場合の吐出圧力の波形を、 $N = 460 \text{ rpm}$ の場合と対比のもとで、図 7 に示す。回転数 $N = 300 \text{ rpm}$ のときのねじ溝ポンプの圧力・流量特性を図 8 に示す。

【0078】

このときポンプの動作点は $A \rightarrow B$ に移行する。図 7 において、 $N = 300 \text{ rpm}$ ($Q_{\max} = 50 \text{ mm}^3/\text{sec}$) の場合は、(18) 式を満足しており、吐出圧力の波形は吐出開始の直前に負圧となり、急峻な正圧発生後、再び負圧となっている。負圧が発生する理由は、前述したように、ピーク圧が発生する前後で、ピストン端面部の容積変化の大きさがねじ溝ポンプのが供給できる最大流量 Q_{\max} を越えるからである。

【0079】

吐出圧力の最小値は $P_i = -1.4 \text{ MPa}$ であるが、これは解析のモデルが非圧縮性を仮定しているからで、大気圧を $P_i = 0.0 \text{ MPa}$ (ゲージ圧) としたとき、 -0.1 MPa 以下の圧力は現実には存在しない。

【0080】

負圧発生レベルの設定は、適用するプロセスの条件、塗布材料の特性、例えば曳糸性 (spinnability…ノズルから流出した塗布線の切れにくさ) などから調節すればよい。

【0081】

【表 2】

パラメータ	記号	仕様
粘度	μ	3000cps
回転数	N	460rpm
溝深さ	hg	0.15 mm
隙間	ΔR	0.02 mm
リッジ幅	br	0.5 mm
グループ幅	bg	1.0 mm
ポンプ長さ	B	36 mm
グループ角度	α	20 deg
軸径	Dn	8.0 mm

【0082】

以上説明した本発明の適用例は、ピストン端面の隙間を十分に大きく設定することにより、第1次スクイーズ圧力の発生を極力抑さえ、第2次スクイーズ圧力を利用して、流体供給源から供給される連続流を間欠流にA/D変換して間欠塗布するものであった。この場合、1ドット当たりの塗布量はピストンのストロークに依存せず、流体供給手段であるポンプの圧力流量特性と吐出ノズル流体抵抗のみで決定される。したがって、

- ① 1ドット当たりの吐出量が一定
- ② 周期が一定

上記①②が同時に要求される塗布プロセスに対して、本塗布工法は極めて有力な手段を提供する。例えば、カラー表示を行なうプラズマディスプレイパネル（以下「PDPパネル」と称す）の背面板のボックス型リブ内に、R、G、Bの蛍光体を間欠塗布する場合などに有効である。PDPパネルの場合、基盤の目状にボックス型リブが精度よく、幾何学的に対称に、パネル上に配置されている。この場合、一定量の材料を、同一の時間間隔をおいてリブ内に高速で打ちこめば良く、この点が回路形成などで広く用いられるディスペンサーと大きく異なっている。例えば、回路基板に半田塗布する場合は、塗布の時間間隔は通常ランダムである。ちなみに、従来のエアー式ディスペンサーの場合、塗布のサイクルはせいぜい0.05～0.1秒である。

【0083】

すなわち、本発明の上記適用例は、塗布対象の幾何学的な対称性に着目し、この対称性を時間の周期性に置き換えて塗布することにより、0.002秒以下の超高速間欠塗布を実現したものである。

【0084】

〔2〕具体的な実施の形態

図9は、本発明を適用したディスペンサー構造の第1の具体的な実施の形態を示し、中空の外周軸に貫通した中心軸（ピストン）に軸方向駆動手段を与えた場合の構成を示す。100は第1のアクチュエータであり、超磁歪素子、圧電素子、電磁ソレノイドなどを用いる。本実施形態では、応答性に優れ、高いレスポンスと大きな発生荷重の得られる積層型の圧電アクチュエータを用いた。

【0085】

101は第1のアクチュエータである圧電アクチュエータ100によって軸方向に駆動されるピストンである。このピストンの駆動により、ピストンの吐出側端面（吐出室）に前述した第1次スクイズ圧力が発生する。前記第1のアクチュエータは、上部シリンダ102の内部に配置されている。103は第2のアクチュエータとしてのモータであり、ピストン101を収納するスリーブ104と中間シリンダ105の間に相対的な回転運動を与えるものである。106はモータ103のロータ、107はステータである。

【0086】

108はスリーブ104の外表面に形成された流体を吐出側に圧送する流体補給手段であるねじ溝である。このスリーブ104と下部シリンダ109の間で、スリーブ104と下部シリンダ109の相対的な回転によってポンピング作用を得るためのねじ溝ポンプ室110を形成している。

【0087】

また、下部シリンダ109には、ねじ溝ポンプ室110と連絡する吸入孔111が形成されている。112は下部シリンダ109の下端部に装着された吐出ノズルであり、中心部に吐出孔113が形成されている。114は前記スリーブの吐出側スラスト端面である。115、116はスリーブ104を支持する玉軸受である。

【0088】

また、117はピストンの上部に設けられたフランジ部、118は圧電アクチュエータ100に設けられた円盤部、119はピストン100の軸方向位置を検知するための変位センサー、120はフランジ部117を軸方向に弾性変形させるために形成されたヒンジ部である。圧電アクチュエータ100には、ヒンジ部の弾性変形によって、適度な予圧が加わるように、各部材の寸法が決められている。

【0089】

本実施形態では、中心軸（ピストン）をスリーブ内部に貫通する構成にしているが、中心軸とスリーブを一体化した軸にして、超磁歪素子（或いはムービングマグネット）によりこの軸に直線運動を与えると共に、モータにより回転運動を与える2自由度アクチュエータ構造でもよい。

【0090】

図10は本発明に係る第2の実施形態を示し、流体補給手段であるねじ溝ポンプと、第1次スクイズ圧力を発生させるピストンを分離して構成した場合を示す。

【0091】

51は主軸であり、ハウジング52に対して回転方向に移動可能に収納されている。主軸51は回転伝達手段（矢印53）により回転駆動される。54は主軸51とハウジング52の相対移動面に形成されたねじ溝（黒く塗りつぶした部分）、55は流体の吸入口である。56はピストン57を軸方向（矢印58）に移動させる軸方向駆動手段、59はピストン57の端面、60はその固定側対向面、61はハウジング52に装着された吐出ノズルである。ピストン端面59と固定側対向面60が隙間方向に相対移動する2面（吐出室）となる。

【0092】

62は主軸端部、63はピストン外周部、64は主軸端部62とピストン外周部63を結ぶ流通路である。ピストン外周部63には、流通路64を経て、流体補給手段であるねじ溝ポンプ54により常時塗布流体65が供給される。

【0093】

軸方向駆動手段 56（具体構造は図示せず）は、ピストン 57 と固定側であるハウジング 52 の間に軸方向相対位置に変化を与える。この軸方向駆動手段 56 によって、ピストン端面 59 とその対向面 60 間の隙間 h を変化させる点は、図 1 の実施形態と同様である。また、ねじ溝ポンプとピストンの構成条件も同様に、

- ① ピストン端面の隙間 h の最小値を $h = h_{\min}$ としたとき、 h_{\min} は十分に大きく、例えば、 $h_{\min} > 50 \mu\text{m}$ である。

【0094】

- ② ねじ溝は定量ポンプに近い設計がなされており、その内部抵抗 R_s は十分に大きい。

【0095】

第 2 の実施形態で示すごとく、流体補給手段であるポンプ部 66 と、軸方向駆動手段によってピストンを駆動する部分（ピストン駆動部 67）を分離して塗布装置を構成すれば、適用する対象によっては装置全体を大幅に簡素化できるなどのメリットが得られる。例えば、軸方向駆動手段に圧電素子を用いてピストン駆動部を構成れば、圧電素子アクチュエータの部分は十分にコンパクトにできる。

【0096】

図 11 の斜視図は本発明に係る第 3 の実施形態を示し、流体補給手段であるポンプ部とピストン駆動部をフレキシブルなチューブで連結する構成にして、ポンプ部を固定側に配置し、ピストン駆動部を高速走行するステージ側に配置したものである。この場合、ピストン駆動部は軽量でよいために、パネルに対する吐出ノズル先端の高速速度制御・位置決め制御に有利となる。

【0097】

150 はパネルであり、このパネルの両側を挟んで 1 対の Y 軸方向搬送装置 151、152 が設けられている。また X 軸方向搬送装置 153 が、Y-Y' 方向に移動可能に、前記 Y 軸方向搬送装置上に搭載されている。さらに、Z 軸方向搬送装置 154 が、矢印 X-X' 方向に移動可能に、前記 X 軸方向搬送装置上に搭載されている。Z 軸方向搬送装置 154 には、圧電アクチュエータとピストンで構成されるピストン駆動部 155 が搭載されている。

【0098】

156は流体補給手段であるポンプ部であり、固定側に配置されている。157はこのポンプ部156とピストン駆動部155を繋ぐ流路であるフレキシブルチューブである。

【0099】

[3] マルチヘッドの場合

(1) マルチヘッド化の課題

以上説明したディスペンサーの本実施形態は、いずれも流体補給手段であるポンプ部とピストン駆動部が一对で構成されたシングルヘッドであった。以下、本発明のヘッドをさらに生産タクトアップする方策について述べる。

【0100】

例えば、PDPパネルの場合、前面板／背面面に形成する蛍光体層は、従来スクリーン印刷方式、フォトリソグラフィ方式などによって形成される。

【0101】

画面が大型化した場合、従来スクリーン印刷方式では、スクリーン印刷版を精度よく位置合わせすることが難しく、蛍光体材料を充填しようとするると隔壁の頂上部分にまで材料が載ってしまい、それを除去するために研磨工程を導入するなどの方策が必要であった。またスキージ圧力の違いによって、蛍光体材料の充填量が変化し、その圧力調整は極めて微妙であり作業者の熟練度に依存する部分が多い。そのため前面板／背面面の前面にわたって一定の充填量を得ることは容易ではない。

【0102】

また、感光性の蛍光体材料を使用してフォトリソグラフィ方式によって蛍光体層を形成することもできるが、露光と現像の工程が必要となり、スクリーン印刷方式と比べて工程数が多くなるため、製造コストが高つくという課題があった。いずれの工法も、多量生産に適するが、多品種少量生産に対しては効率が悪いという欠点があった。

【0103】

PDPパネルに蛍光体層を形成するための課題、すなわち、スクリーン印刷方

式、フォトリソグラフィ方式に係る前述した課題を解決するために、ディスペンサーを用いた直接描画方式（ダイレクトパターンニング）を実現させて欲しいという要望が強い。しかし、ディスペンサーを用いてパネル面に蛍光体層を形成する場合でも、スクリーン印刷方式と同等の生産タクトが要望される。

【0104】

本発明をボックス型リブ内に蛍光体を間欠塗布するプロセスに適用する場合、前述した塗布プロセスの条件、①1ドット当たりの吐出量が一定、②周期が一定、③超高速塗布、に加えて次の条件が必要となる。

【0105】

④マルチヘッドであること

⑤各ヘッドの流量を補正できること

上記⑤の理由について以下説明する。第2の実施形態で示したように、流体補給手段であるポンプと、ピストンを駆動する軸方向駆動手段を分離して塗布装置を構成すれば、1セットのポンプ部から複数個のピストン駆動部に流体を分枝して補給することにより、マルチノズルを有する塗布ヘッドが実現できる。

【0106】

図12の矢視図において、200は流体補給手段であるポンプ部、201、202、203は圧電アクチュエータとピストンで構成されるピストン駆動部A、B、Cである。204は内部にポンプ部200と前記ピストン駆動部を繋ぐ流通路（図10の64に相当）が形成された筐体である。

【0107】

図13はマルチヘッドの場合の等価回路モデルを示す。

【0108】

P_{sq11} 、 P_{sq12} 、 P_{sq13} は各ピストン駆動部の第1次スクイーズ圧力、 R_{p1} 、 R_{p2} 、 R_{p3} はピストン端面の半径方向の流体抵抗、 R_{n1} 、 R_{n2} 、 R_{n3} は各ノズル抵抗である。 $R_{p1} \sim R_{p3}$ の大きさは(16)式で示されるように、隙間 h の3乗に逆比例する。 $R_{p1} \sim R_{p3}$ は、塗布装置を解体することなく流量を調節できる「可変抵抗」である。

【0109】

前述した実施形態では、ピストン端面の隙間 h を十分に大きく設定して、第 1 次スクイズ圧力の発生を極力押さえることにより、1 ドット当たりの吐出量はポンプ部の条件設定（例えば回転数）だけで決まる構成となっていた。1 セットのポンプ部から複数個のピストン駆動部に流体を分枝して補給する場合、各ピストン駆動部の寸法精度、流路抵抗などが厳密に等しく構成できれば、ポンプ部から供給される流量は同一配分される。しかし、数パーセントの塗布量の精度が要求されるディスプレイなどの塗布対象については、実用上は困難である。

【0110】

(2) 流量調整方法

ここで、再度本研究が導出した基礎式 (11) 式に立ち返ることにする。

【0111】

図 14 のグラフは、ねじ溝の回転数 $N = 300 \text{ rpm}$ の条件下で、ピストンの最小隙間 $h_{\min} = 15 \mu\text{m}$ と $h_{\min} = 150 \mu\text{m}$ の場合について、(11) 式を用いて吐出圧力特性を求め、比較したものである。直感的な予想に反して、両者の比較からピストンの最小隙間 h_{\min} が大きくなると、吐出圧力の振幅は増大するという驚くべき結果が得られる。1 ドット当たりの吐出量は $h_{\min} = 150 \mu\text{m}$ の方が大きい。

【0112】

図 16 のグラフは、 $N = 300 \text{ rpm}$ の条件下で、ピストンの最小隙間 h_{\min} に対する 1 ドット当たりの吐出量を求めたものである。

【0113】

ピストンの最小隙間 h_{\min} が増大すると、第 1 次スクイズ圧力 $P_{\text{squl}} \rightarrow 0$ となるが、同時にピストン端面とその対向面のスラスト流体抵抗 $R_p \rightarrow 0$ となるため、分圧比 $(= R_n / (R_s + R_p + R_n))$ が増大する ((13) 式参照のこと)。

【0114】

本解析条件では、 $P_{\text{squl}} \rightarrow 0$ となる影響よりも、上記分圧比が増大する影響の方が大きいために、 h_{\min} の増加に伴い圧力 P_i の振幅は増大している。 $h_{\min} = 0$ 、 1 mm 近傍を超えると、1 ドット当たりの吐出量 Q_s は h_{\min} に依存せず一定値 $Q_s \rightarrow Q_{\text{se}}$ に収束していく。吐出量の収束値 Q_{se} は前述したように、ピストン

のストローク、最小隙間などと無関係に、流体供給手段であるポンプの圧力流量特性と、ポンプ負荷（吐出ノズル流体抵抗 R_n ）で決まる動作点により決定される。

【0115】

さて、以上の解析から得られた知見から、各ヘッドの流量調節は次のいずれかを選べばよい。

【0116】

- ①各ヘッド間の流量のバラツキが大きい場合は、第1次スクイズ圧力の影響を強く受ける領域、すなわち隙間に対する吐出量の傾きが急峻な $0 < h_{\min} < h_x$ の範囲で、ピストンの最小隙間 h_{\min} を設定する。

【0117】

- ②1ドット当たりの塗布量を極めて高精度に確保したい場合は、隙間に対する吐出量の傾きが滑らかな $h_{\min} \doteq h_x$ 近傍に、ピストンの最小隙間 h_{\min} を設定する。

【0118】

上記 h_x は、 $0 < h_{\min} < h_x$ の領域における h_{\min} に対する Q_s 曲線の包絡線（イ）と、 $Q_s = Q_{se}$ の直線（ロ）の交点とする。

【0119】

ピストンの変位は、ピストンの絶対位置を検出する変位センサーを配設して閉ループ制御を施せば、任意の位置決め制御が可能である。但し、圧電素子、超磁歪素子などの電磁歪素子を用いた場合は、ストローク限界（0～数十ミクロン）があるために、ピストンの最小隙間 h_{\min} の調節は、機械的な方法と電子制御による方法を組み合わせて用いてもよい。例えば、最初にピストンの位置を機械的に粗く位置決めした後、流量測定データを基に、電子制御を用いて再度各ヘッドのピストン位置を補正すればよい。

【0120】

また、流量調節に上記①②のいずれを用いる場合でも、供給源ポンプの出力流量の設定方法と併用すれば、ピストン端面隙間が十分に大きなところで、流量調節できる。例えば、流量が大きすぎて、ピストンの最小隙間 h_{\min} を小さく設定

せざるを得ない場合は、ねじ溝ポンプの回転数を低下させれば、 h_{\min} は大きく設定できるようになる。この点は後述するように、紛流体を扱う場合に有利となる。

【0121】

マルチヘッドのヘッド間の流量差補正に用いた上記方策は、シングルヘッドの場合も適用できる。シングルヘッドの場合、ピストンの最小隙間を $h_{\min} \doteq h_x$ 近傍、或いは $0 < h_{\min} < h_x$ の範囲に設定しておき、ポンプのモータ回転数を変える代わりに、 h_{\min} を調節すれば高速流量制御ができる。モータの回転数制御の応答性は、せいぜい 0.01 ~ 0.05 秒レベルであり限界があるが、電磁歪素子で駆動されるピストンの制御応答性は 0.001 秒以下まで可能である。ピストンの最小隙間 h_{\min} で流量を調節するのではなく、ピストン入力変位波形の平均値、或いは中心値で流量を調節してもよい。

【0122】

ピストンの最小隙間を $h_{\min} \doteq h_x$ 近傍、或いは $0 < h_{\min} < h_x$ の範囲に設定した場合、間欠塗布の切れ味を改善する場合は、(13) 式において、前記隙間 h の時間微分が最大値をもつときの第 1 次スクイズ圧力 $P_{\text{squ1}} = P_{\text{squ10}}$ 、第 2 次スクイズ圧力 $P_{\text{squ2}} = P_{\text{squ20}}$ としたとき、 $P_{s0} + P_{\text{squ10}} + P_{\text{squ20}} < 0$ となるように、モータの回転数、ピストンストローク、間欠周波数などを設定すれば良い。

【0123】

(2) マルチヘッド塗布装置について

図 12 の矢視図に一例を示したように、流体補給手段であるポンプ部 1 セットの対して、ピストン駆動部を複数個配設する構成にすれば、装置全体を大幅に小型化できる。通常、流体補給手段であるポンプ部の小型化は限界があるが、ピストン駆動部は小径の圧電アクチュエータなどの適用が可能であり、マルチヘッド構成にした場合、各ノズル間のピッチを充分小さくできる。

【0124】

更に、図 12 に示したマルチヘッドをサブユニットとして、このサブユニットを複数個組み合わせた塗布装置としてもよい。

【0125】

〔4〕その他補足説明

以下、本発明を適用した塗布装置の特徴を追記する。

(i) 吐出量 Q_S は塗布流体の粘度の影響を受けにくい。

【0126】

(14) 式において、流体抵抗 R_n , R_p , R_s は粘度 μ に比例する。また供給源圧力 P_{S0} はねじ溝最大圧力 P_{max} とすれば、 P_{S0} は粘度 μ に比例する。したがって、(14) 式の分母・分子の粘度 μ はキャンセルされる。そのため、本ディスペンサーの吐出量は粘度に依存しない。通常、流体の粘度は温度に対して対数的に大きく変化する。その温度変化に対して鈍感であるという点は、塗布システムを構成する上で極めて有利な特徴となる。

(ii) 粉流体の流路内での詰まりに対する信頼性が高い。

【0127】

本発明を適用すれば、ポンプの吸入口から吐出ノズルに至る流路の開口面積を十分に大きくとれるため、粉流体に対する信頼性が高い。特に、吐出ノズルに繋がる流通路であるピストン端面間のギャップ h を十分に大きくとれるため、粉体（例えば、蛍光体の場合は粒径 $7 \sim 9 \mu m$ ）の詰まり防止に極めて有利となる。

【0128】

例えば、マルチヘッド構成にして、各ヘッドの流量を微調節にする場合、供給源ポンプの出力流量の設定方法（回転数で流量を調節）と併用することにより、隙間に対する吐出量の傾きが滑らかな $h_{min} \doteq h_x$ 近傍に最小隙間（図15では $h_{min} = 50 \mu m$ ）を設定すればよい。

【0129】

このように隙間が大きなところで流量調節が可能という点は、本発明の最も大きな特徴である。なお、微少粒子が含まれた蛍光体、接着材のような粉流体を塗布する場合は、流路の最小隙間 δ_{min} は微少粒子径 ϕd よりも大きく設定すればよい。

【0130】

$$\delta_{min} > \phi d \quad \dots \quad (19)$$

以上、本発明の実施形態では流体補給手段にねじ溝式ポンプを用いた。本発明を実現するためには、ねじ溝式以外の型式のポンプでも適用できるが、ねじ溝式の場合、ねじ溝を構成する各種パラメータ（ラジアル隙間、ねじ溝角度、溝深さ、グループとリッジの比など）を変えることにより、最大圧力 P_{\max} 、最大流量 Q_{\max} 、内部抵抗 $R_s (= P_{\max} / Q_{\max})$ を自由に選択できる点が有利である。また、完全非接触で流路を構成できるため、粉流体を取り扱う場合に有利である。

【0131】

なお、本発明における流体補給手段としてのポンプの形態は、ねじ溝式に限らず他の方式のポンプも適用可能である。例えば、スネイクポンプと呼ばれるモノ式、ギヤ式、ツインスクリュウ式、シリンジ式ポンプなどが適用できる。或いは、流体を高圧エアで加圧するだけのポンプでもよい。

【0132】

図16は、本発明に流体補給手段にギヤ式を用いた場合のモデル図であり、700はギヤポンプ、701は流通路、702a, 702b, 702cは例えば圧電アクチュエータなどで構成される軸方向駆動手段、703a, 703b, 703cはピストンである。

【0133】

ポンプの最大流量 Q_{\max} 、最大圧力 P_{\max} は通常は理論的に求められる場合が多いが、もしそれが困難な場合は、図8のグラフに相当する圧力・流量特性を実験的に求めても良い。流体抵抗 R_n 、 R_p は通常よく知られた理論式（例えば（15）式、（16）式）から求められるが、形状が複雑ならば数値解析を用いるか、或いは実験的に求めても良い。内径に対して絞り部分長さが短いオリフィスの場合は、線形抵抗の式（例えば（15）式）が成り立たなくなるが、この場合は動作点を中心に線形化して、見かけの流体抵抗とすればよい。単位時間当りの吐出流量 Q_i は（14）式から求められる。間欠塗布の周波数を f とすれば、1ドット当りの吐出量は $Q_s = Q_i / f$ である。

【0134】

間欠塗布の切れ味を良くするために、圧力 $P_i < 0$ の領域がある場合、この吸入工程の領域では、ピストン端面（吐出室：図1の14）には高圧側から流体

が供給される。しかし、間欠周波数が高すぎる場合は、流体がピストン端面部内に十分に充填されず次の吐出工程で空打ちが発生する。ここで吸入工程の充填率 η を体積効率として定義すれば、1 ドット当りの吐出量は $Q_s = \eta Q_i / f$ となる。

【0135】

ピストン駆動部を構成するピストンとその対向面の形状は、円形でなくてもよい。ピストンは長方形の形状でもよい。この場合は等価な面積を持つ円の半径を平均半径とする。微小流量を扱う本実施形態のポンプでは、ピストンのストロークは、大きくとも数十ミクロンのオーダーでよく、超磁歪素子、圧電素子などの電磁歪素子を用いても、ストロークの限界は問題とならない。

【0136】

また、高粘度流体を吐出させる場合、スクイーズ作用によって大きな吐出圧の発生が予想される。この場合、ピストンを駆動する軸方向駆動手段には高い流体圧に抗する大きな推力が要求されるため、数百～数千Nの力が容易に出せる電磁歪型アクチュエータの適用が好ましい。電磁歪素子は、数MHz以上の周波数応答性を持っているため、ピストンを高い応答性で直線運動させることができる。そのため、高粘度流体の吐出量を高いレスポンスで高精度に制御できる。

【0137】

応答性を犠牲にするならば、ピストンを駆動する軸方向駆動手段にムービングマグネット型、ムービングコイル型のリニアモータ或いは電磁ソレノイドなどを用いてもよい。この場合、ストロークの制約は解消される（図示せず）。

【0138】

スクイーズ効果による発生圧力と流量は、(11)式或いは図4、図5のグラフからわかるように、ピストン端面とその対向面間隙間の変位入力波形に対して、位相が $\Delta\theta = \pi/2$ だけ進んだ波形となる。すなわち、ピストンが下降中 ($dh/dt < 0$) の区間で流体が吐出される。例えば、塗布対象の基板をステージで移動させながら間欠塗布する場合、塗布個所に照準を合わせて高い位置精度で塗布するためには、ピストン隙間の変位入力信号 h に対して、位相が $\Delta\theta = \pi/2$ 進んで塗布されることを考慮して、ステージと変位入力信号 h のタイミングを

合わせればよい。例えば、ピストンが上昇中にステージを移動させ、停止後、ピストンを下降させて対象の基板に塗布すればよい（図示せず）。

【0139】

ピストンを高い周波数で駆動させる程、間欠塗布は限りなく連続塗布に近づいていく。この間欠塗布を擬似連続化して、連続線を描画してもよい。この場合、連続線としての流量の調節は、1ドット当たりの塗布量の調節と同様な方法が適用できる。

【0140】

また、吐出側に時間遅れ要素として、小径で長いパイプを装着し、その先端に吐出ノズルを設けるような構成にすれば、擬似連続化はさらに低い周波数でも可能である（図示せず）。

【0141】

以上の説明は間欠塗布だけについて記述したが、[2] 具体的な実施の形態、或いは、[3] マルチヘッドの場合、で開示した塗布装置の構造は連続塗布の場合でも適用できる。この場合、ピストン端面間の隙間を可変させて流量を調節してもよい。或いは、ピストンの上昇、下降に伴うスクイズ圧力の発生を利用して、塗布線の始末端を制御してもよい（図示せず）。

【0142】

【発明の効果】

本発明を用いた流体回転装置により、次の効果が得られる。

1. 従来エアース、ねじ溝式では困難だった超高速応答の間欠塗布ができる。
2. 吸入口から吐出通路に至る流路を常に非接触にでき、また十分に大きな流路面積がとれるため、微粒子が混合した粉粒体に高い信頼性で対応できる。
3. さらに以下示す特徴を、本発明のディスペンサーは合わせ持つことができる。

【0143】

- ①高粘度流体の高速塗布ができる。

【0144】

- ②超微量を高精度で吐出できる。

【0145】

本発明を例えばRDR／CRTディスプレイの蛍光体塗布、表面実装のディスプレイペンサーなどに用いれば、その長所をいかんなく発揮でき、効果は絶大なものがある。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の適用例のモデル図

【図2】

各構成部材の寸法関係を示す図

【図3】

本発明の適用例の等価電気回路モデルを示す図

【図4】

ピストンの変位曲線の一例を示す図

【図5】

本発明の吐出圧力特性の解析結果を示す図

【図6】

本発明の吐出流量特性の解析結果を示す図

【図7】

回転数を変えて吐出圧力特性を比較した解析結果を示す図

【図8】

ねじ溝ポンプの流量と圧力の関係を示す図

【図9】

本発明の第1の実施形態を示す図

【図10】

本発明の第2の実施形態で、ねじ溝ポンプとピストンを分離して構成した場合を示すモデル図

【図11】

本発明の第3の実施形態を示す図

【図12】

本発明の第 4 の実施形態であるマルチヘッドを示す図

【図 13】

マルチヘッドの場合の等価電気回路モデルを示す図

【図 14】

ピストン最小隙間を変えて吐出圧力特性を比較した解析結果を示す図

【図 15】

本発明の 1 ドット当りの総吐出量とピストン最小隙間の関係を示す図

【図 16】

本発明の流体補給手段にねじ溝ポンプを用いた場合のモデル図

【図 17】

超磁歪素子を用いた噴射装置の従来考案例を示す図

【図 18】

従来のエアールス方式ディスペンサーを示す図

【符号の説明】

8, 9 相対移動する 2 面

6 流体補給手段

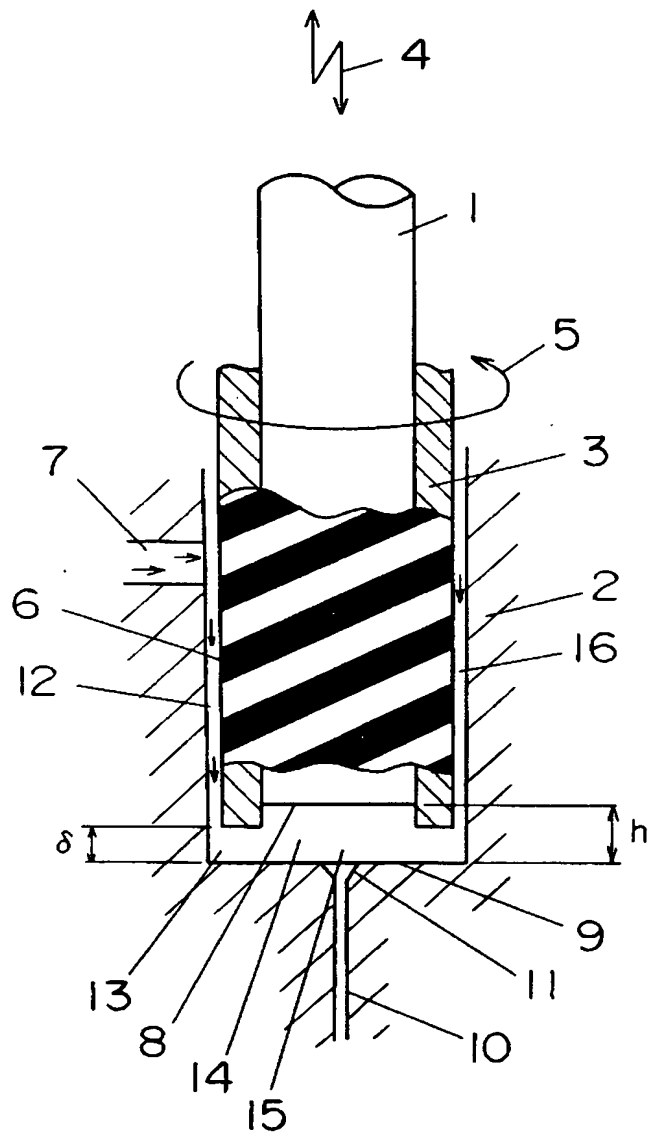
7 吸入口

10 吐出口

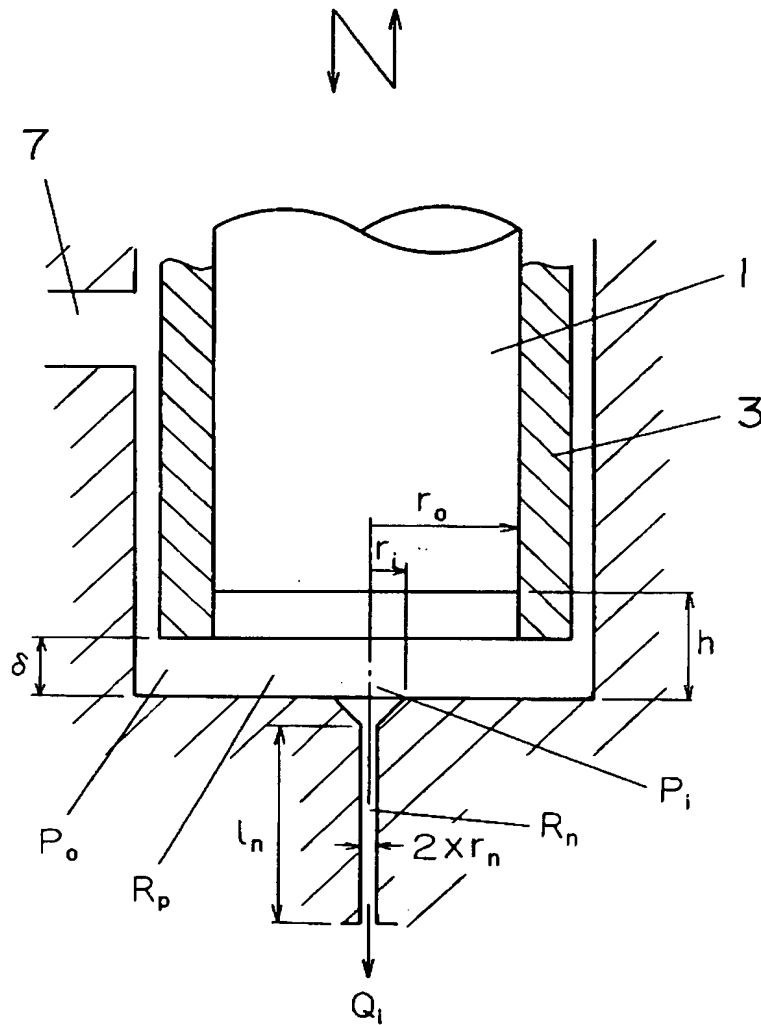
【書類名】 図面

【図 1】

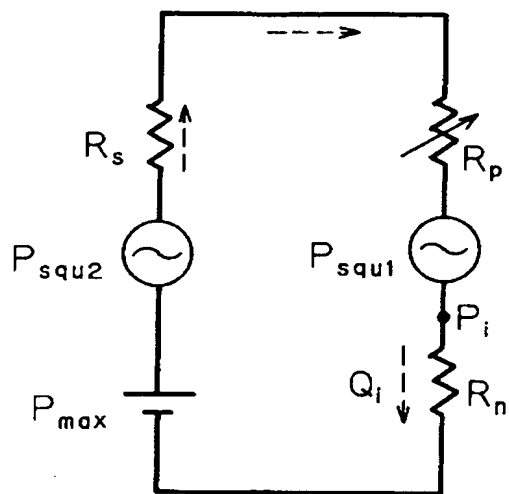
6 --- 流体補給手段
7 --- 吸入口
8,9 --- 相対移動する2面
10 --- 吐出口



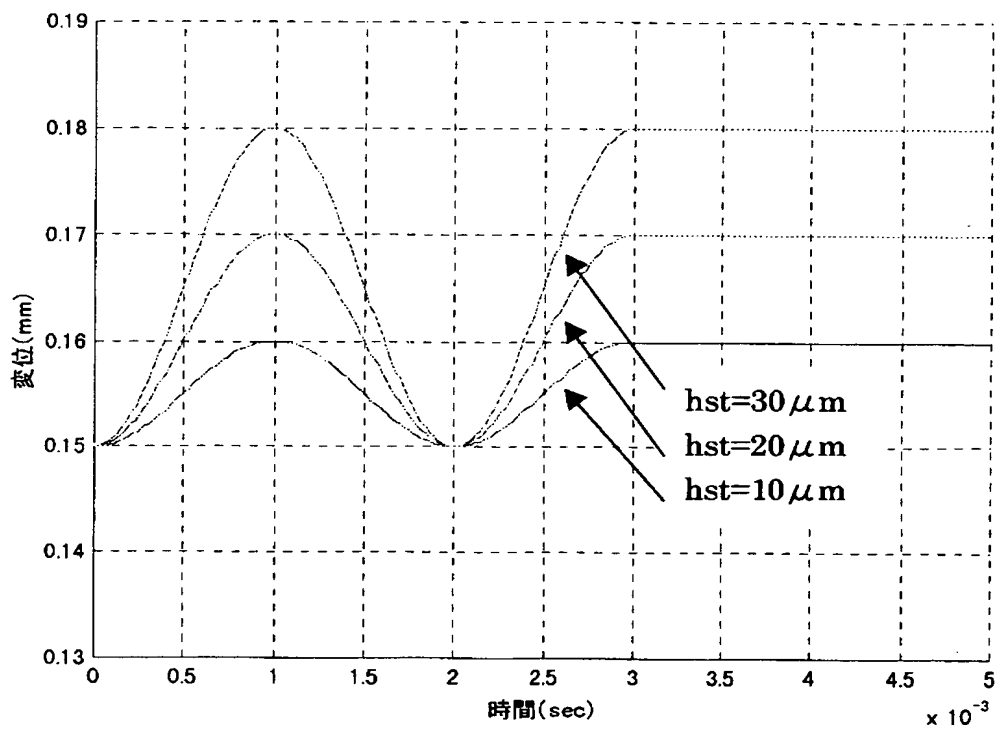
【図 2】



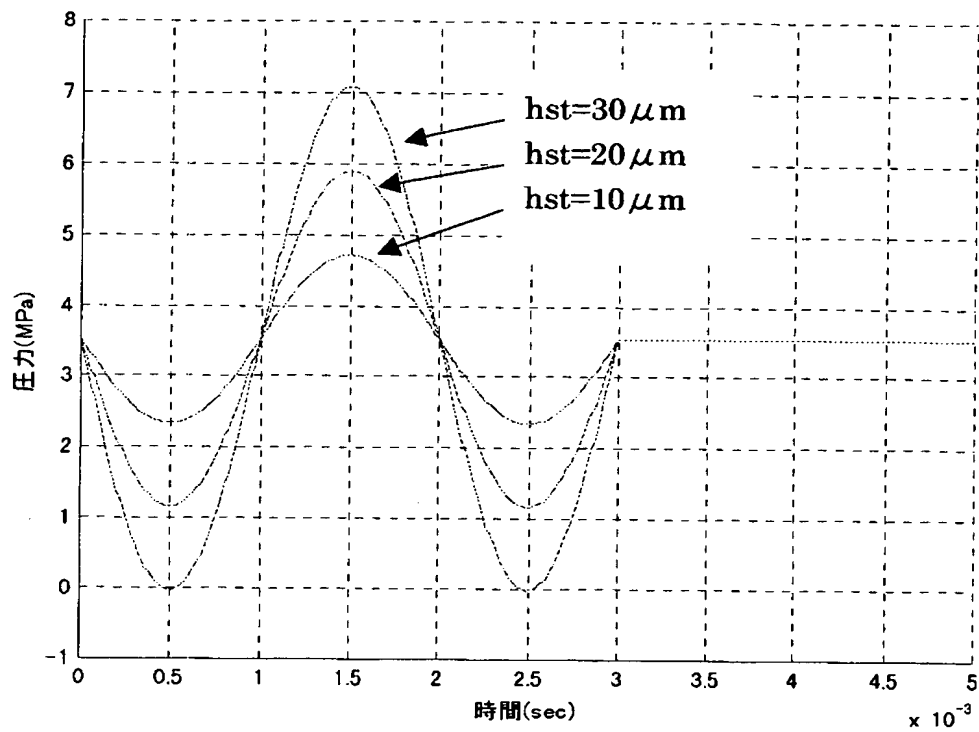
【図 3】



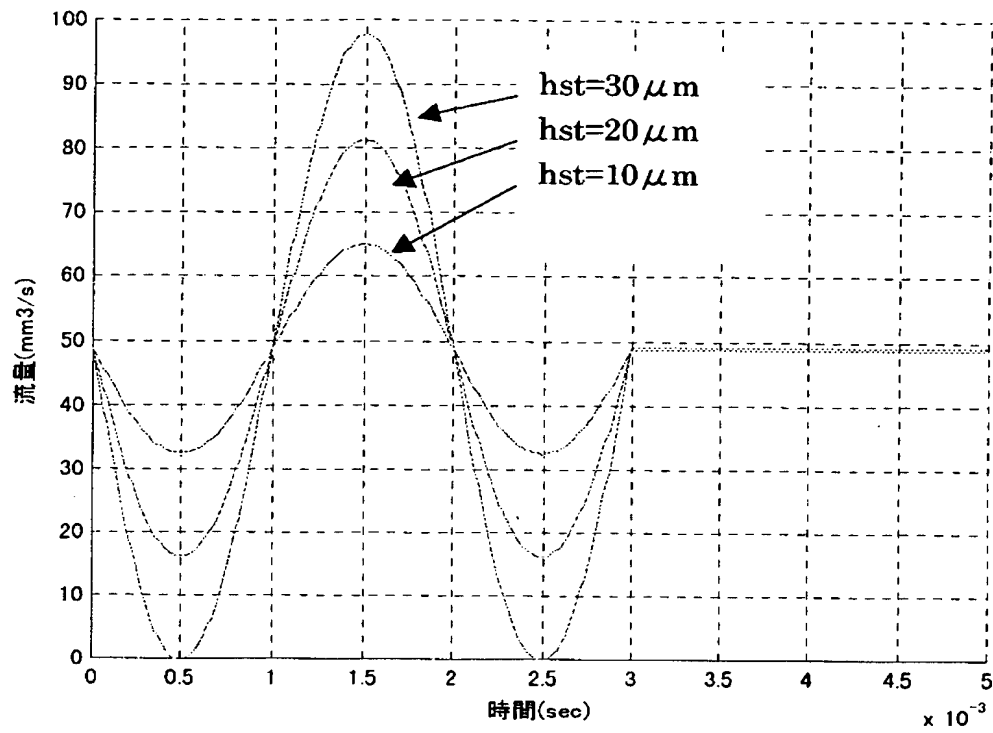
【図 4】



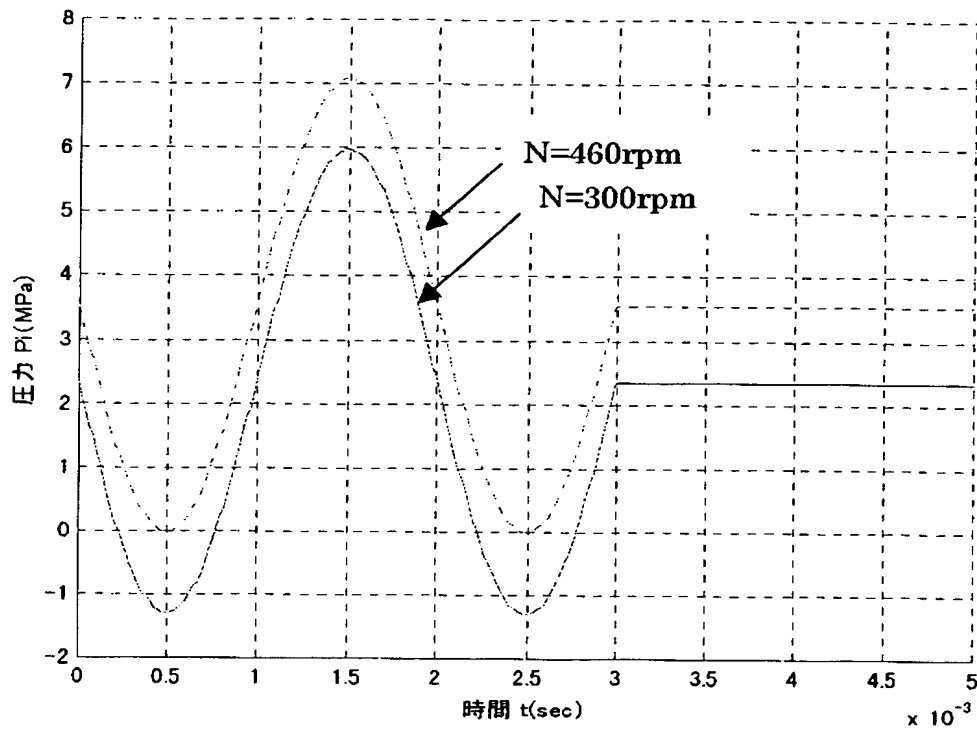
【図 5】



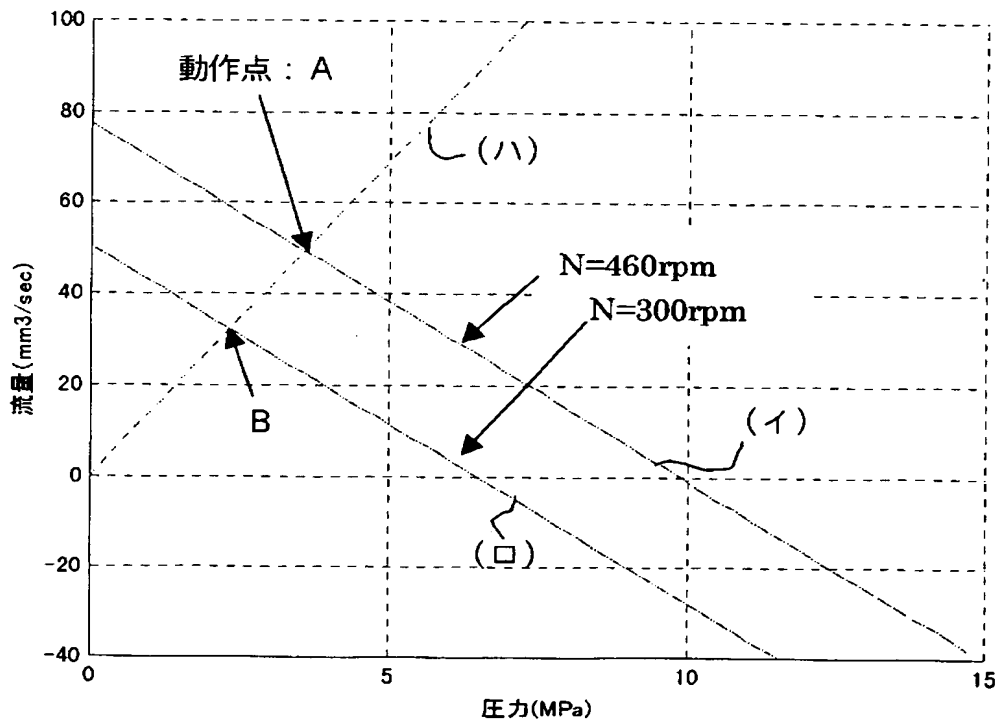
【図 6】



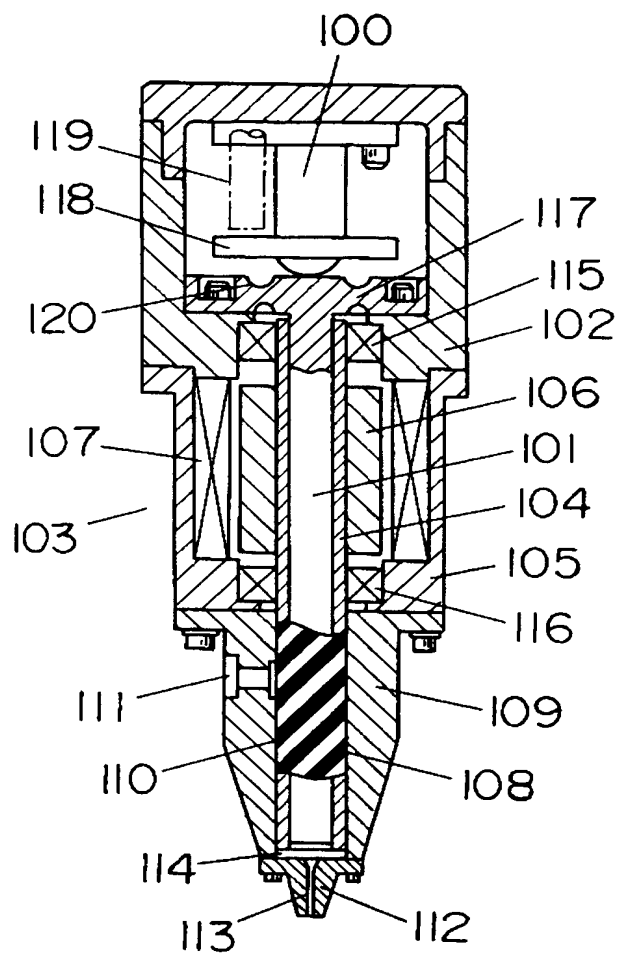
【図 7】



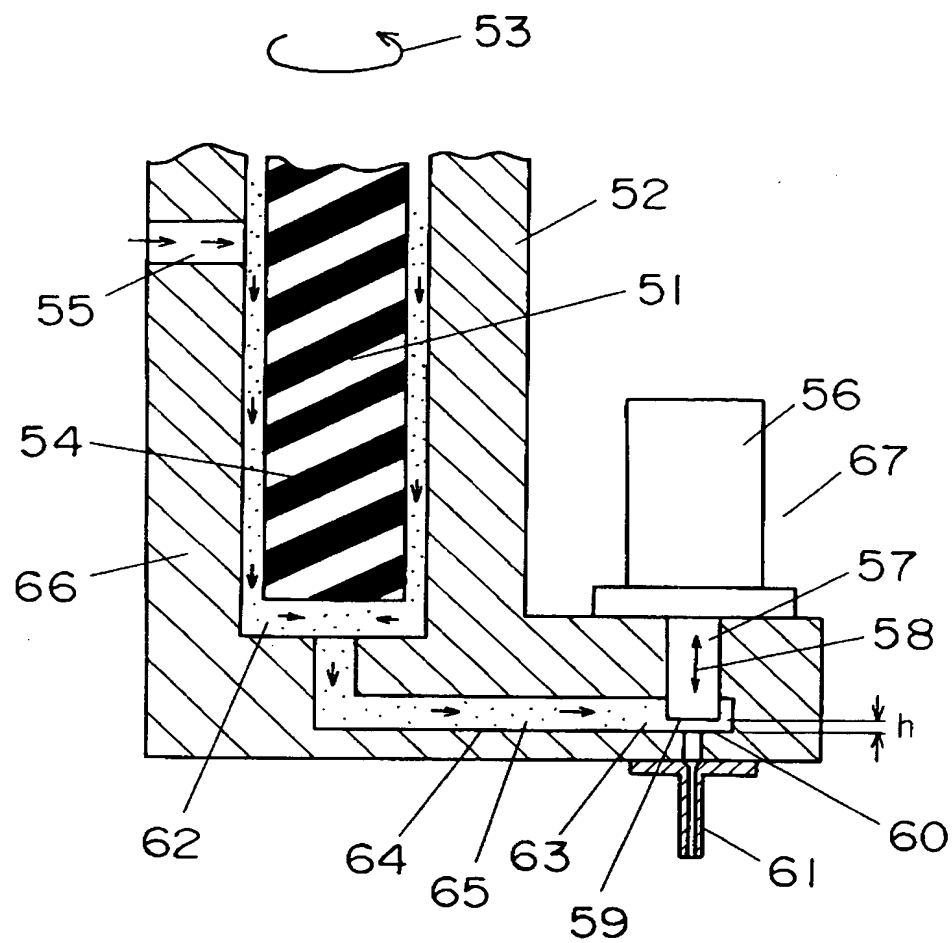
【図 8】



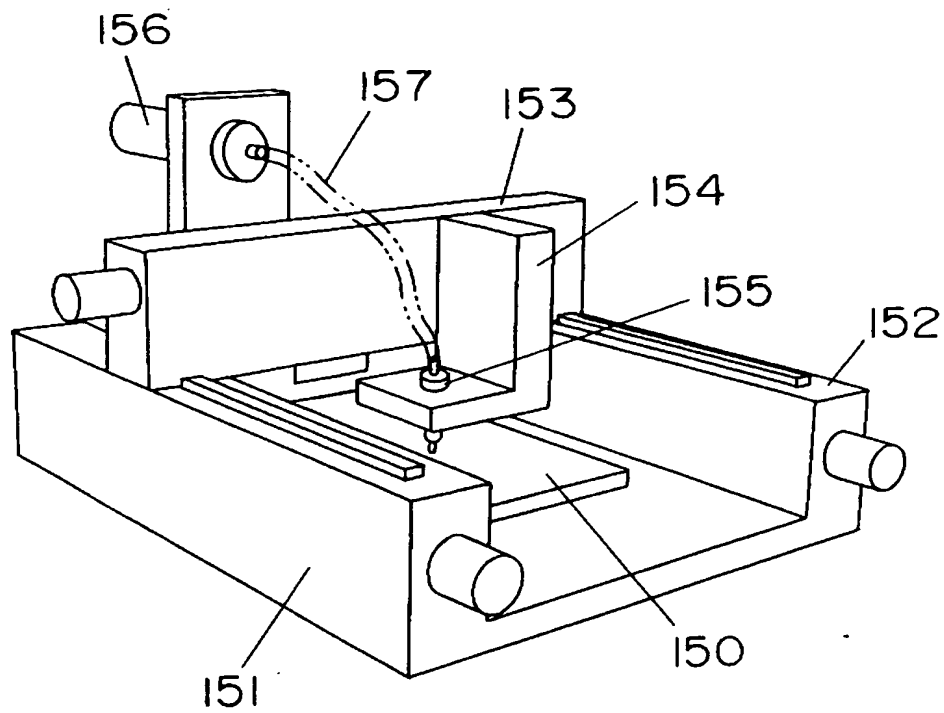
【図 9】



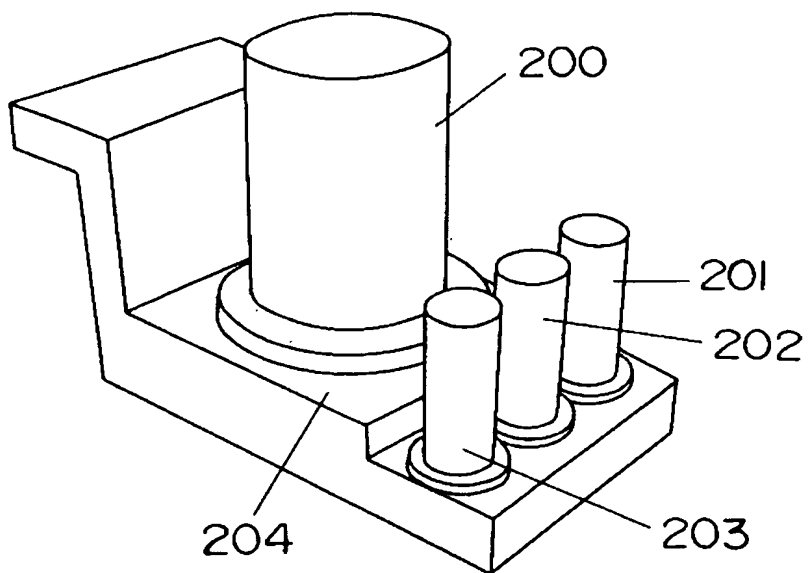
【図 10】



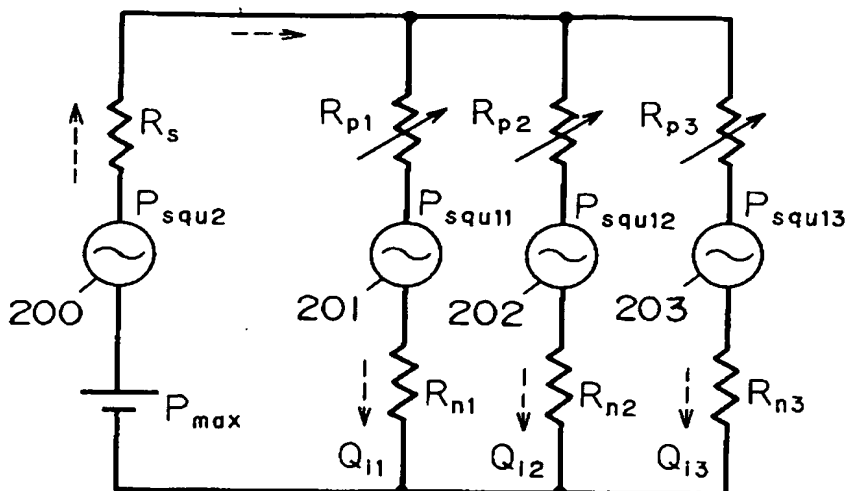
【図 11】



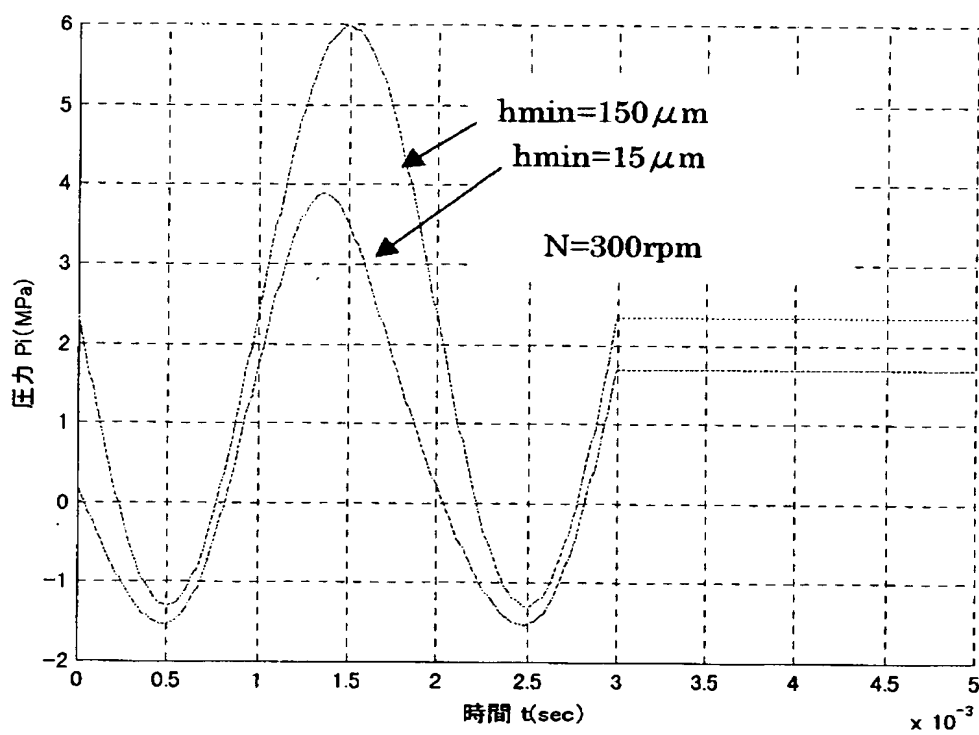
【図 12】



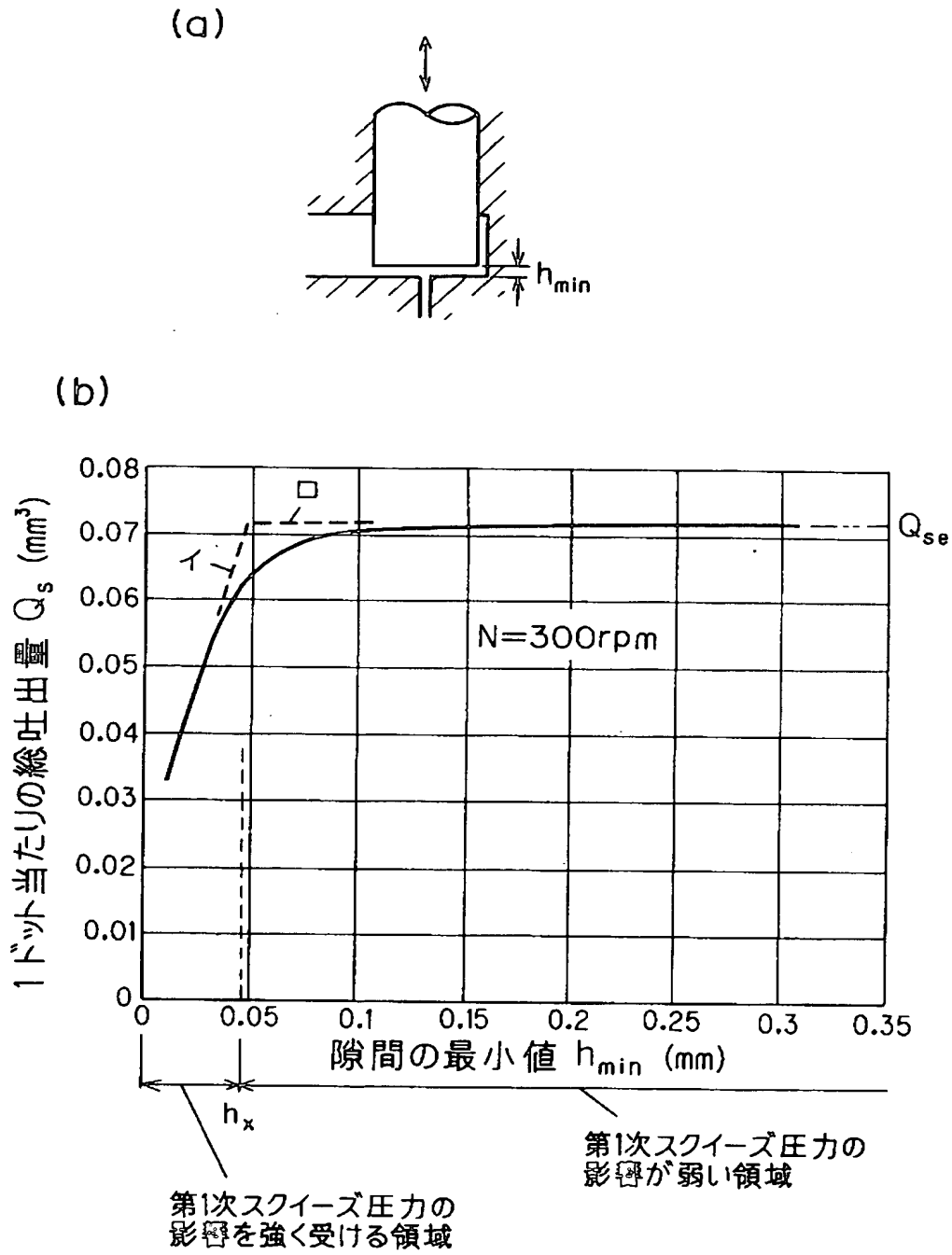
【図 13】



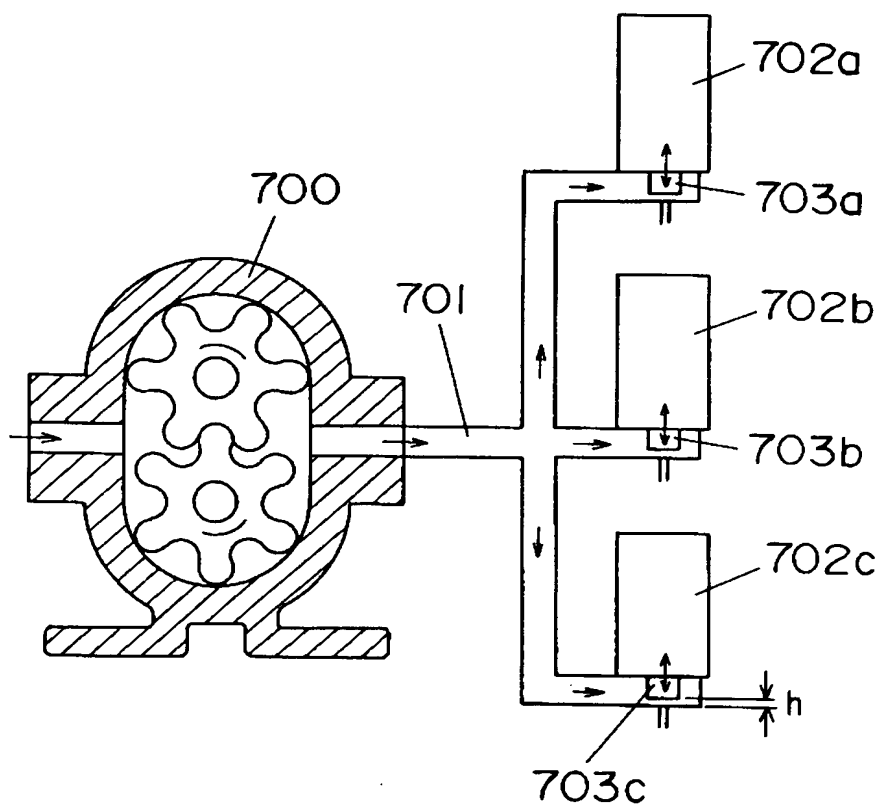
【図 14】



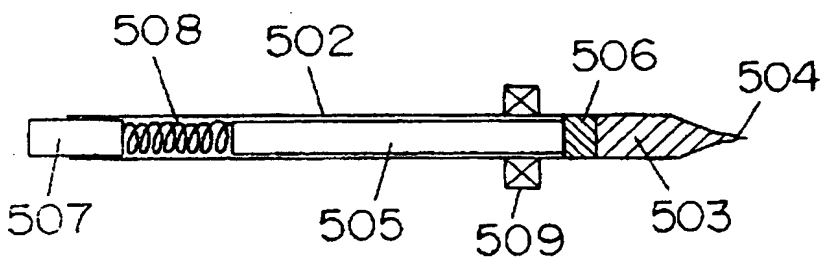
【図 15】



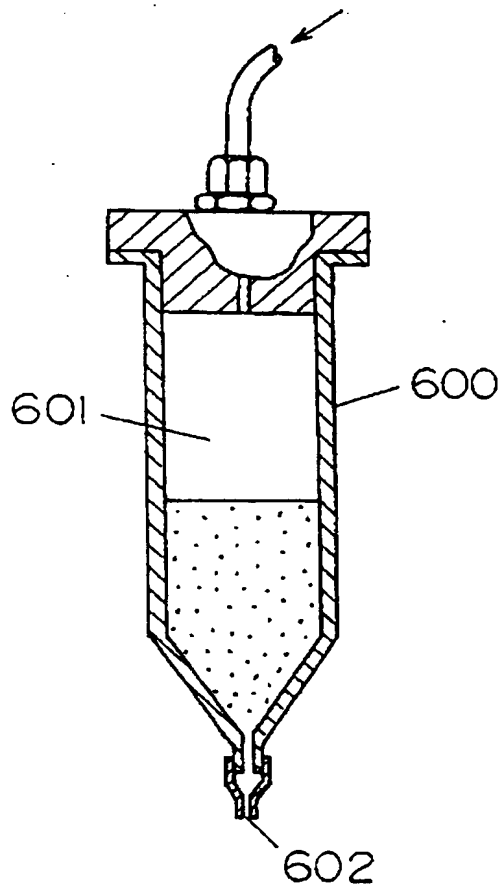
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電子部品、家電製品、ディスプレイなどの分野における生産工程において、接着剤、クリーンハンダ、蛍光体、電極材料、グリース、ペイント、ホットメルト、薬品、食品などの各種液体を、高速かつ高精度に間欠定量吐出／供給する流体吐出装置及び流体吐出方法を提供すること。

【解決手段】 隙間方向に相対移動する２面に流体を供給する流体補給手段を配置し、前記相対移動面の隙間の変動による圧力変化を利用して流体補給手段から補給される連続流を間欠流に変換すると共に、１ドット当たりの間欠吐出量は前記流体補給手段の回転数により調節する。

【選択図】 図 1

特願 2002-286741

出願人履歴情報

識別番号

[000005821]

1. 変更年月日

1990年 8月28日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真1006番地

氏 名

松下電器産業株式会社